Environnement Canada
Service de la protection de l'environnement

Environment Canada
Environmental Protection Service

collection
ENVIROGUIDE

L'ANHYDRIDE ACÉTIQUE

Canada

juin 1985

86-05886/

COLLECTION «ENVIROGUIDE»

La collection «Enviroguide» est constituée de guides d'information technique à utiliser en cas de déversements de matières dangereuses. Chaque guide fournit une masse considérable d'information relative au produit chimique dont il traite. L'information ainsi présentée a pour but d'aider l'utilisateur à mettre sur pied un plan d'intervention en cas d'accident et à évaluer les incidences sur l'environnement que peut avoir tel ou tel polluant. Le contenu de chacun des guides a été vérifié par la Direction des services techniques du Service de la protection de l'environnement avant que ne soit autorisée sa publication. Il est à noter qu'une telle autorisation n'implique pas que le contenu des guides reflète les points de vue ou la politique du Service de la protection de l'environnement. De même, le fait de mentionner des marques déposées ou des noms de produits commerciaux ne doit pas être interprété comme une forme de recommandation.

collection
ENVIROGUIDE

L'ANHYDRIDE ACÉTIQUE

SERVICE DE LA PROTECTION
DE L'ENVIRONNEMENT

DIRECTION GÉNÉRALE DES PROGRAMMES
DE PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT

DIRECTION DES SERVICES TECHNIQUES

OTTAWA
JUIN 1985
ENVIRONNEMENT CANADA

Publication
distribuée par le Service des publications
Service de la protection de l'environnement
Environnement Canada
Ottawa (Ontario)
K1A 1C8

Édition française de
Acetic anhydride
préparée par le Module d'édition française

English copy available at the above mentioned address

© Ministre des Approvisionnements et Services Canada 1985
N° de cat. En 48-10/28-1985F
ISBN 0-662-93344-3
IMPRIMERIE BEAUREGARD LIMITÉE

AVANT-PROPOS

La collection «Enviroguide» a été lancée officiellement en 1983. Elle est constituée de guides d'information technique sur les produits chimiques qui sont les plus souvent en cause dans les cas de déversements accidentels. Les guides, qui s'adressent à des spécialistes dans le domaine des déversements, sont conçus pour aider à planifier les interventions d'urgence et évaluer les incidences sur l'environnement.

Vu la grande quantité d'information présentée et le caractère très technique des guides, ces derniers ne s'adressent pas au personnel de première intervention, pour qui existent déjà des manuels plus appropriés.

L'information offerte a été glanée en majeure partie dans des publications déjà existantes. Les auteurs ont pris grand soin, aussi bien au stade de la compilation qu'à celui de la révision, de vérifier la justesse des éléments retenus. Néanmoins, il ne faut pas voir dans la publication de ces éléments d'information une forme de recommandation de la part du gouvernement du Canada ni de quelque autre groupe.

REMERCIEMENTS

La version définitive du présent guide est l'oeuvre du personnel du Service de la protection de l'environnement, qui a procédé à la refonte de nombreux passages du texte initial, ajouté maints renseignements et commentaires et préparé les schémas et les figures.

Le travail préliminaire avait été donné à contrat par Environnement Canada aux firmes M.M. Dillon Consulting Engineers and Planners, Concord Scientific Corporation et Waterloo Engineering Limited.

L'abondance de détails qu'on trouve dans le guide est le fruit de la collaboration de plusieurs personnes, organismes et institutions qui ont fourni des données et des conseils précieux, au stade de la compilation comme au stade de la rédaction. Sous ce rapport, l'Association canadienne des fabricants de produits chimiques mérite des remerciements particuliers.

TABLE DES MATIÈRES

	Avant-propos	III
	Remerciements	III
	Liste des figures	VII
	Liste des tableaux	VII
	Abréviations et symboles	VIII
	Définitions	X
	Sigles	XI
1	**Résumé**	1
2	**Propriétés physiques et chimiques**	6
3	**Production, transport et commerce**	7
3.1	Qualités et teneurs	7
3.2	Fabricants situés au Canada	7
3.3	Autres fournisseurs	7
3.4	Centres de production	7
3.5	Volume de production	7
3.6	Fabrication de l'anhydride acétique	7
3.6.1	Généralités	7
3.6.2	Procédé de fabrication	8
3.7	Principales utilisations au Canada	8
4	**Manutention du produit et compatibilité avec certains matériaux**	9
4.1	Citernes et autres récipients d'expédition	9
4.1.1	Transport en vrac	9
4.1.1.1	Wagons-citernes	9
4.1.1.2	Véhicules-citernes routiers	9
4.1.2	Transport en fûts	12
4.2	Déchargement	12
4.2.1	Équipement et procédés de déchargement des wagons-citernes	12
4.2.2	Équipement et procédés de déchargement des véhicules-citernes routiers	12
4.2.3	Matériaux de fabrication de l'équipement de déchargement et spécifications	14
4.3	Compatibilité entre le produit et certains matériaux	14
5	**Fuite et migration du produit**	18
5.1	Aperçu général	18
5.2	Fuite du produit	18
5.2.1	Introduction	18
5.2.2	Nomogrammes des fuites	19
5.2.2.1	Pourcentage de liquide restant en fonction du temps écoulé	19
5.2.2.2	Débit de fuite volumique en fonction du temps écoulé	19
5.2.3	Exemples de calcul	19
5.3	Diffusion dans l'atmosphère	21
5.3.1	Introduction	21
5.3.2	Nomogrammes et tableaux relatifs à la diffusion des vapeurs	21
5.3.2.1	Débit d'émission des vapeurs en fonction du rayon de la nappe et de la température	21
5.3.2.2	Teneur en vapeurs en fonction de la distance sous le vent	24
5.3.2.3	Demi-largeur maximale du panache dangereux	27
5.3.2.4	Distance parcourue par le panache en fonction du temps écoulé	27
5.3.3	Exemple de calcul	31
5.4	Comportement dans l'eau	33
5.4.1	Introduction	33
5.4.2	Nomogrammes de la diffusion du polluant dans l'eau	33

5.4.2.1	Diffusion dans les cours d'eau non soumis aux marées	35
5.4.2.2	Diffusion dans les lacs au repos ou autres plans d'eau	45
5.4.3	Exemples de calcul	45
5.4.3.1	Teneur en polluant dans un cours d'eau non soumis aux marées	45
5.4.3.2	Teneur en polluant dans les lacs au repos ou autres plans d'eau	46
5.5	Comportement dans le sol de surface et dans le sous-sol	46
5.5.1	Introduction	46
5.5.2	Migration du polluant dans un sol à capacité au champ	48
5.5.3	Coefficient de perméabilité d'un sol saturé vis-à-vis du polluant	48
5.5.4	Types de sol	48
5.5.5	Nomogrammes de la migration	49
5.5.6	Exemple de calcul	49
6	**Protection de l'environnement**	54
6.1	Limites maximales admissibles	54
6.1.1	Qualité de l'eau	54
6.1.2	Qualité de l'air	54
6.2	Toxicité pour les espèces aquatiques	54
6.2.1	Évaluation de la toxicité aux États-Unis	54
6.2.2	Mesure de la toxicité	54
6.2.2.1	Toxicité en eau douce	54
6.2.2.2	Toxicité en eau salée	54
6.3	Études sur les effets toxiques	54
6.4	Dégradation du polluant	54
6.4.1	Demande biochimique en oxygène	56
6.5	Devenir et effets à long terme	57
7	**Protection de la santé**	58
7.1	Normes d'exposition	58
7.2	Données sur les propriétés irritantes	59
7.2.1	Contact avec la peau	59
7.2.2	Contact avec les yeux	59
7.3	Données sur les propriétés organoleptiques	60
7.3.1	Odeur	60
7.3.2	Saveur	60
7.4	Études sur les effets toxiques	61
7.4.1	Inhalation	61
7.4.2	Ingestion	61
7.4.3	Administration par voie percutanée	61
7.4.4	Mutagénicité, tératogénicité et cancérogénicité	61
7.5	Symptômes et conséquences de l'intoxication	62
7.5.1	Inhalation	62
7.5.2	Ingestion	62
7.5.3	Contact avec la peau (symptômes)	62
7.5.4	Contact avec les yeux (symptômes)	62
8	**Compatibilité chimique**	64
8.1	Compatibilité de l'anhydride acétique et de divers agents	64
9	**Mesures d'intervention et de sécurité**	67
9.1	Mesures recommandées	67
9.1.1	Danger d'incendie	67
9.1.2	Moyens d'extinction	67
9.1.3	Mesures d'intervention en cas de déversement	67
9.1.3.1	Information générale	67
9.1.3.2	Déversement sur le sol	67
9.1.3.3	Déversement dans l'eau	67
9.1.4	Nettoyage et traitement	68
9.1.4.1	Information générale	68

9.1.5	Élimination du polluant	68
9.1.6	Appareils et vêtements de protection	68
9.1.7	Entreposage	68
10	**Cas de déversement accidentel**	70
10.1	Explosion	70
11	**Identification et dosage du polluant**	71
11.1	Dosage de l'anhydride acétique présent dans l'air	71
11.1.1	Colorimétrie	71
11.2	Identification de l'anhydride acétique présent dans l'air	71
11.3	Dosage de l'anhydride acétique présent dans l'eau	72
11.3.1	Entraînement à la vapeur d'eau	72
11.4	Identification de l'anhydride acétique présent dans l'eau	72
11.5	Dosage de l'anhydride acétique présent dans le sol	72
11.5.1	Chromatographie en phase gazeuse	72
11.6	Détection de l'anhydride acétique dans le sol	73
12	**Références et bibliographie**	74
12.1	Références	74
12.2	Bibliographie	79

LISTE DES FIGURES

1 Pression de vapeur en fonction de la température 4
2 Viscosité du liquide en fonction de la température 4
3 Masse volumique du liquide en fonction de la température 5
4 Diagramme de phases 5
5 Wagon-citerne de spécification 111A60W1 10
6 Fûts types 13
7 Wagon-citerne perforé au-dessous du niveau du liquide 19
8 Pourcentage de liquide restant en fonction du temps écoulé 20
9 Débit de fuite en fonction du temps écoulé 20
10 Formation d'un panache de vapeurs 22
11 Étapes à suivre pour déterminer la zone dangereuse 23
12 Débit d'émission de vapeurs à différentes températures en fonction du rayon de la nappe 25
13 Teneur uniformisée en vapeurs en fonction de la distance sous le vent 26
14 Conversion des unités de la TLV® (ppm en g/m^3) 28
15 Conversion en g/m^3 du pourcentage volumique de la limite inférieure d'inflammabilité 29
16 Distance parcourue par le panache en fonction du temps écoulé 30
17 Zone dangereuse maximale sous un vent invariable 34
18 Zone dangereuse maximale sous un vent variable 34
19 Étapes à suivre pour calculer la teneur en polluant dans un cours d'eau non soumis aux marées 36
20 Distance en fonction du temps 37
21 Rayon hydraulique en fonction de la largeur du canal 38
22 Coefficient de diffusion turbulente en fonction du rayon hydraulique 39
23 Alpha en fonction du coefficient de distribution turbulente 40
24 Delta en fonction de alpha 41
25 Teneur maximale en fonction de delta 42
26 Volume d'eau en fonction du rayon hydraulique de la zone dangereuse 43
27 Teneur moyenne en fonction du volume d'eau de la zone dangereuse 44
28 Migration dans le sous-sol 47
29 Plan d'utilisation des nomogrammes 50
30 Migration dans du sable grossier 51
31 Migration dans du sable limoneux 52
32 Migration dans du till argileux 53

LISTE DES TABLEAUX

1 Nomogrammes de conversion 3
2 Spécifications DOT/CCT des modèles de wagons-citernes utilisés pour le transport de l'anhydride acétique 9
3 Caractéristiques du wagon-citerne de spécification 111A60W1 11
4 Caractéristiques des fûts utilisés pour le transport de l'anhydride acétique 12
5 Compatibilité entre le produit et certains matériaux de fabrication 16
6 Catégories météorologiques (de stabilité) 24
7 Demi-largeur maximale du panache dangereux de vapeurs d'anhydride acétique (à 20 °C) 31

ABRÉVIATIONS ET SYMBOLES

adf	Antidéflagrant
atm	Atmosphère
B	Périmètre mouillé
c.f.	Coupelle fermée
c.o.	Coupelle ouverte
CPG	Chromatographie en phase gazeuse
d	Densité
d vap	Densité de vapeur
d.-v.	Demi-vie
D ext.	Diamètre extérieur
D int.	Diamètre intérieur
DAMM	Diamètre aérodynamique moyen en masse
DBO	Demande biochimique en oxygène
DCO	Demande chimique en oxygène
D_e	Diamètre d'entrée
DIF	Détecteur d'ionisation à flamme
DMM	Diamètre moyen en masse
DMN	Diamètre moyen en nombre
DMV	Diamètre moyen en volume
DPI	Détecteur à photo-ionisation
D_s	Diamètre de sortie
DL min.*	Dose létale minimale
DL 50*	Dose létale moyenne
et coll.	et collaborateurs
eV	Électronvolt
f. n. éq.	Fumée normalisée équivalente
gal imp.	Gallon impérial
h	Hauteur
IDLH*	*Immediately Dangerous to Life or Health*
IR	Infrarouge
j	jour
J	Joule
K	Coefficient de perméabilité
K_0	Coefficient de perméabilité d'un sol saturé
k	Coefficient de perméabilité intrinsèque
l	litre
L.I.E.	Limite inférieure d'explosibilité
L.I.I.	Limite inférieure d'inflammabilité
L.S.E.	Limite supérieure d'explosibilité
L.S.I.	Limite supérieure d'inflammabilité
m	Masse
M	Molaire
MAK*	Teneur maximale admissible
MAK-D*	Teneur maximale admissible courte durée
MAK-K*	Teneur maximale admissible
max.	Maximum
mé/l	Milliéquivalent par litre
MIK*	Teneur maximale d'immission
min.	Minimum
mn	Minute
M mol.	Masse moléculaire
M vol.	Masse volumique
mol	Mole
MPT	Moyenne pondérée en fonction du temps
N	Newton
N	Normal
Pa . s	Pascal seconde
pds éq.	Poids équivalent
ppb	Parties par milliard (10^{-9})
ppm	Parties par million (10^{-6})
ppt	Parties par mille (10^{-3})
psi	*Pounds per square inch*
P	Pression
P_c	Pression critique
PEL*	*Permissible Exposure Limit*
Po	Poise
Pt cong.	Point de congélation
Pt déf.	Point de déflagration
Pt dét.	Point de détonation
Pt ébul.	Point d'ébullition
Pt écl.	Point d'éclair
Pt écoul.	Point d'écoulement
Pt fus.	Point de fusion
Pt liq.	Point de liquéfaction
PVC	Chlorure de polyvinyle
q	Débit
q_e	Débit d'entrée
q_f	Débit de fuite
q_m	Débit-masse
q_s	Débit de sortie
q_v	Débit-volume
std	Standard
SM	Spectroscopie de masse
St	Stokes
STEL*	*Short Term Exposure Limit*
t	Tonne
t	Temps
temp.	Température
temp.a	Température ambiante
$temp._c$	Température critique
TE 50*	Teneur efficace moyenne
tf	Tonne forte
TI 50*	Teneur efficace moyenne
TLm*	Tolérance moyenne
TL min.*	Teneur létale minimale
TL 50*	Teneur létale moyenne

TLV®*	*Threshold Limit Value*
TLV® - C*	*Threshold Limit Value-Ceiling*
TPN	Température et pression normales
TT min.*	Teneur toxique minimale
u	Vitesse du vent
μ	Viscosité
vap	Vapeur
V	Vitesse d'écoulement
V biod.	Vitesse de biodégradation
V évap.	Vitesse d'évaporation
vol.	Volume
^{o}Bé	Degré Baumé
^{o}C	Degré Celsius
ψ	Diamètre
x	Distance sous le vent
~~W~~	Ne pas utiliser d'eau comme moyen d'extinction

* Les abréviations suivies d'un astérique sont expliquées dans la section Définitions.

DÉFINITIONS

Les définitions figurant ci-dessous valent pour la collection «Enviroguide». Le lecteur notera qu'elles n'ont pas toujours une portée générale. Pour plus de détails, ou pour d'autres définitions, se reporter au manuel d'introduction de la collection.

Bio-accumulation. – Rétention sans cesse croissante d'une substance dans les tissus d'un organisme tout au long de son existence (le facteur de bioconcentration augmentant sans cesse).

Bio-amplification. – Rétention d'une substance dans les tissus à des teneurs de plus en plus élevées au fur et à mesure que l'on s'élève dans la hiérarchie des organismes de la chaîne alimentaire.

Bioconcentration. – Rétention d'une substance dans les tissus d'un organisme au point que la teneur des tissus en cette substance surpasse la teneur du milieu ambiant en cette substance, à un moment donné de la vie de cet organisme.

Concentration. – Comme ce mot a des sens multiples et parfois mal définis selon qu'il s'agit de chimie, de biologie ou d'écologie, on lui a préféré des termes jugés plus précis, tels titre, teneur et bioconcentration.

Contaminant. – Polluant qui figure sur une liste de produits dangereux, établie en vertu de la Loi sur les contaminants de l'environnement.

Dose létale minimale. – Dans le cas de la toxicité pour l'homme (la dose définie ici peut être extrapolée à l'homme), il s'agit de la plus faible dose (autre que la DL 50) d'une substance dont l'absorption, excluant l'inhalation, en une ou plusieurs prises, au bout d'un temps donné, a été signalée comme cause de la mort d'un animal ou d'une personne. Abrév. DL min.

Dose létale moyenne (1). – Dans le cas de la toxicité pour l'animal, il s'agit de la dose qui tue, au bout d'un temps donné, 50 p. 100 des animaux auxquels on a fait absorber une certaine quantité de substance. Abrév. DL 50.

Dose létale moyenne (2). – À des fins de comparaison ou d'extrapolation dans l'étude de la toxicité pour l'homme, il s'agit de la dose (calculée) d'une substance censée entraîner, au bout d'un temps donné, la mort de 50 p. 100 d'une population homogène d'animaux. Elle est déterminée par suite de l'absorption, excluant l'inhalation, d'une quantité de cette substance par un lot statistiquement significatif d'animaux provenant de cette population. Abrév. DL 50.

Dose toxique minimale. – La plus faible dose d'une substance, introduite par toute autre voie que l'inhalation, pendant quelque période de temps que ce soit, dont l'absorption a été signalée comme cause d'effet toxique chez des personnes ou d'effets carcinogènes, néoplastogènes ou tératogènes chez les animaux ou les personnes. Abrév. DT min.

Facteur de bioconcentration. – Rapport de la teneur en une substance des tissus d'un organisme exposé (moins la teneur des tissus d'un organisme témoin) à la teneur en cette substance du milieu ambiant.

IDLH *(Immediately Dangerous to Life or Health).* – Teneur plafond à laquelle, dans un délai maximal d'exposition de 30 minutes, il est possible à une personne de fuir les lieux exposés sans qu'il n'y ait manifestation de signes fonctionnels d'intoxication, perturbation irréversible de la santé ou décès. Il s'agit d'une valeur définie et déterminée par le NIOSH.

Immission. – Transfert d'un polluant de l'atmosphère vers un «récepteur» qui peut être une personne, un animal, une plante. La teneur maximale d'immission, mentionnée au chapitre 7, se rapporte au polluant retenu dans les poumons. Il s'agit d'un concept d'origine allemande, adopté par l'ISO.

Létal. – En toxicologie, synonyme de mortel.

MAK *(Maximale Arbeidsplatz Konzentration).* – Teneur limite moyenne admissible en milieu de travail, compte tenu de semaines de 45 heures et de journées de 8 heures. Il s'agit d'une norme établie par la RFA.

MAK-D. – Teneur limite moyenne admissible en milieu de travail, compte tenu de semaines de 45 heures et de journées de 8 heures. Il s'agit d'une norme établie par la RDA.

MAK-K. – Teneur limite admissible en milieu de travail pour une période très courte ne dépassant pas 30 minutes. Il s'agit d'une norme établie par la RDA.

PEL *(Permissible Exposure Limit).* – Teneur limite moyenne (pondérée en fonction du temps) à laquelle peuvent être exposés des travailleurs pendant une période de relève. Il s'agit d'une valeur définie et déterminée par le NIOSH.

Polluant. – Agent physique, chimique ou biologique qui provoque une dégradation dans un milieu donné.

STEL (TLV – *Short Term Exposure Limit*). – Teneur limite à laquelle les travailleurs peuvent être exposés de façon continue pour une courte période sans souffrir d'irritation, de dommage irréversible aux tissus ou d'une narcose suffisamment grave pour accroître la probabilité de blessure par accident, diminuer la capacité de fuir ou réduire physiquement l'efficacité au travail, en prenant pour acquis que la TLV quotidienne n'a pas été dépassée. Il s'agit d'une valeur définie et déterminée par l'ACGIH.

Teneur. – Quantité de matière solide, liquide ou gazeuse, rapportée à une masse ou à un volume d'autres matières dans lesquelles elle est en mélange, suspension ou dissolution.

Teneur efficace moyenne. – Dans le cas de la toxicité pour la micro-faune, il s'agit de la teneur à laquelle se produit, chez 50 p. 100 de la population, pour une durée d'exposition donnée, un effet tel que l'immobilisation, la perte de l'équilibre, une déficience de croissance ou même la mort. Abrév. TE 50.

Teneur inhibitrice moyenne. – Dans le cas de la toxicité pour la micro-flore ou la micro-faune, il s'agit de la toxicité qui inhibe à 50 p. 100 une activité biologique (par exemple, la croissance) en un temps déterminé. Abrév. TI 50.

Teneur létale minimale. – Dans le cas de la toxicité pour l'homme (la teneur définie ici peut être extrapolée à l'homme), il s'agit de la plus faible teneur (autre que la TL 50) de l'air en une substance dont l'inhalation a été signalée comme cause de la mort d'un animal ou d'une personne. Abrév. TL min.

Teneur létale moyenne (1). – Dans le cas de la toxicité pour l'animal, il s'agit de la teneur à laquelle meurent, au bout d'un temps donné, 50 p. 100 des animaux auxquels on a fait absorber une certaine quantité de substance. Abrév. TL 50.

Teneur létale moyenne (2). – À des fins de comparaison ou d'extrapolation dans l'étude de la toxicité pour l'homme, il s'agit de la teneur (calculée) de l'air en une substance dont l'inhalation est censée provoquer, au bout d'un temps donné, la mort de 50 p. 100 d'une population homogène d'animaux. Elle est déterminée par suite de l'exposition d'un lot statistiquement significatif d'animaux provenant de cette population. Abrév. TL 50.

Teneur plafond. – Teneur maximale admissible établie pour une durée d'exposition bien déterminée, dans le cas d'une substance très toxique. (L'IDLH et la TLV®-C sont des teneurs plafonds.)

Teneur toxique minimale. – La plus faible teneur de l'air en une substance à laquelle des personnes ou des animaux ont été exposés, pour quelque période de temps que ce soit, sans qu'il y ait eu d'effet toxique chez les personnes ou d'effets carcinogènes, néoplastogènes ou tératogènes chez les animaux ou les personnes. Abrév. TT min.

Titre (d'une solution, en chimie). – Rapport de la masse d'une substance dissoute à la masse totale ou du nombre de moles d'un constituant au nombre total de moles.

TLV® *(Threshold Limit Value).* – Teneur limite moyenne (pondérée en fonction du temps) à laquelle la majorité des travailleurs peuvent être exposés régulièrement à raison de 8 heures par jour, 5 jours par semaine, sans subir d'effet nocif. Il s'agit d'une valeur définie et déterminée par l'ACGIH.

TLV®-C *(Threshold Limit Value-Ceiling).* – Teneur limite admissible pour un moment donné. Il s'agit d'une valeur plafond définie et déterminée par l'ACGIH.

Tolérance moyenne. – Niveau de tolérance correspondant à la teneur à laquelle 50 p. 100 des sujets d'un test survivent au bout d'un temps donné. Abrév. TLm.

SIGLES

ACGIH	American Conference of Government Industrial Hygienists
ANSI	American National Standards Institute
ASTM	American Society for Testing and Materials
AWQC	Ambient Water Quality Criteria (USA)
AWWA	American Water Works Association
CBG	Chemical Buyers' Guide (USA)
CCD	Condensed Chemical Dictionary (USA)
CCPA	Canadian Chemical Producers Association
CCT	Commission canadienne des transports
CHRIS	Chemical Hazards Response Information System (USA)
DOT	Department of Transportation (USA)
EPA	Environmental Protection Agency (USA)
ITII	International Technical Information Institute (Japon)
MCA	Manufacturing Chemists Association (USA)
MDT	Ministère des Transports (du Canada)
NACE	National Association of Corrosion Engineers (USA)
NAS	National Academy of Sciences (USA)
NFPA	National Fire Protection Association (USA)
NIOSH	National Institute of Occupational Safety and Health
NRC	National Research Council (USA)
OSHA	Occupational Safety and Health Administration (USA)
STCC	Standard Transportation Commodity Code (Amérique du Nord)

1 RÉSUMÉ

Anhydride acétique ($CH_3CO\text{-}O\text{-}COCH_3$)
Liquide aqueux, incolore, à forte odeur de vinaigre.

Synonymes
Oxyde acétique, anhydride éthanoïque, anhydride de l'acide acétique, acetic anhydride (An.)

Numéros d'identification
UN 1715; CAS 108-24-7; OHM-TADS 7216567; STCC 4931304

Qualités et teneurs
Chimiquement pur: plus de 99 p. 100
Technique: 78 à 98,5 p. 100

Dangers immédiats
Incendie. – L'anhydride acétique est combustible. Des vapeurs irritantes se dégagent lorsque le produit est chauffé.
Effets sur l'homme. – Le produit est corrosif pour les tissus, tant par inhalation, ingestion que contact.
Effets sur l'environnement. – L'anhydride acétique est nocif pour les espèces aquatiques.

Données relatives aux propriétés physiques

État (15 °C, 1 atm)	Liquide
Point d'ébullition	139,6 °C
Point de fusion	- 73,1 °C
Inflammabilité	Combustible
Point d'éclair	49 °C (en vase fermé)
Pression de vapeur	0,4 kPa (20 °C)
Masse volumique	1,082 g/ml (20 °C)
Comportement dans l'eau	Réagit et coule; s'hydrolyse en acide acétique, avec dégagement de chaleur
Comportement dans l'air	Les vapeurs sont plus lourdes que l'air; il y a formation d'acide acétique en présence d'humidité
Plage du seuil olfactif	0,14 à 0,36 ppm

Dangers pour l'environnement
L'anhydride acétique s'hydrolyse en acide acétique qui est nocif à faible teneur pour les organismes aquatiques. L'anhydride acétique et l'acide acétique ne présentent aucun danger de bio-accumulation ou de contamination de la chaîne alimentaire.

Dangers pour l'homme
Teneur maximale admissible (TLV®) établie par l'ACGIH: 5 ppm (20 mg/m^3).
Teneur immédiatement dangereuse pour la vie ou la santé (IDLH): 1000 ppm.
Effets en cas d'inhalation. – Le produit est irritant pour les muqueuses et les voies respiratoires. L'inhalation des vapeurs qu'il dégage, lorsque chauffé, peut causer des brûlures, de la toux, des douleurs thoraciques, des nausées et des vomissements.

Effets en cas de contact. – En cas de contact avec les yeux: graves brûlures, troubles de la vision, possibilité de photophobie, larmoiement, oedème de la cornée. Le contact avec la peau provoque des brûlures, des plissements et une décoloration de la peau, une sensibilisation allergique et il y a possibilité de dermite.

Dispositions immédiates à prendre

• En cas de déversement

Interdire l'accès au lieu où s'est produit l'accident. Signaler: «Produit corrosif et combustible». Appeler le service d'incendie et avertir le fabricant. Éliminer les causes possibles d'inflammation, dont les véhicules automobiles et appareils divers. Arrêter l'écoulement du produit et confiner le liquide déversé si cela ne présente aucun danger. Éviter tout contact avec le produit et ne pas inhaler les vapeurs qu'il dégage. Intervenir dos au vent. Empêcher toute eau polluée d'atteindre un égout ou un cours d'eau.

• En cas d'incendie

Utiliser de la mousse anti-alcool, de la poudre sèche ou du dioxyde de carbone, pour combattre l'incendie. L'eau ne doit être utilisée qu'en cas d'absolue nécessité. On peut par contre utiliser l'eau pour refroidir les récipients exposés aux flammes, en veillant à ce que l'eau ne pénètre pas dans les récipients.

Mesures d'intervention d'urgence

• Anhydride acétique répandu sur le sol

Élever des barrages pour confiner la nappe ou la diriger vers des surfaces imperméables. Récupérer le produit au moyen de pompes ou d'appareils d'aspiration. Récupérer le liquide résiduel avec un sorbant. Neutraliser l'emplacement avec de la chaux éteinte. Ramasser à la pelle et mettre les déchets dans des récipients appropriés, en vue de l'élimination.

• Anhydride acétique déversé dans l'eau

Confiner la nappe au moyen de barrages flottants, par dérivation de l'eau ou à l'aide d'obstacles naturels. Neutraliser avec de la chaux éteinte ou du bicarbonate de sodium. Traiter si possible l'eau polluée.

• Fuite d'anhydride acétique dans l'air

L'eau peut servir à rabattre les vapeurs au sol et à les disperser. L'eau d'arrosage sera recueillie en vue d'une épuration ultérieure sur place ou dans une station d'épuration.

Niveau de gravité du risque selon la NAS

(Catégorie)	(Niveau)
Incendie	2
Santé	
Irritation causée par des vapeurs	3
Irritation causée par le produit à l'état liquide ou solide	3
Intoxications	3
Pollution de l'eau	
Toxicité pour l'homme	1
Toxicité pour les espèces vivantes du milieu aquatique	2
Atteinte à l'esthétique de l'environnement	2
Réactivité	
Autres produits chimiques	3
Eau	2
Réaction spontanée	0

Évaluation du risque selon la NFPA

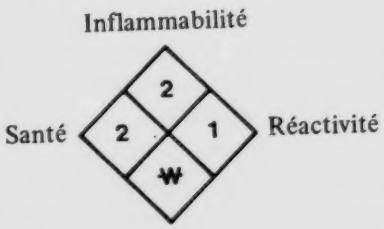
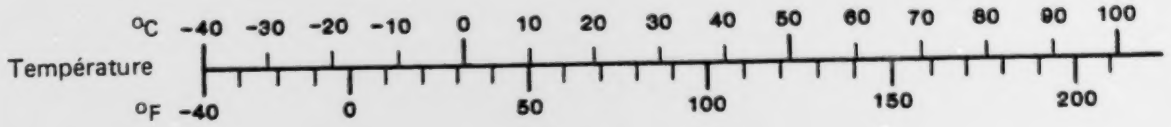
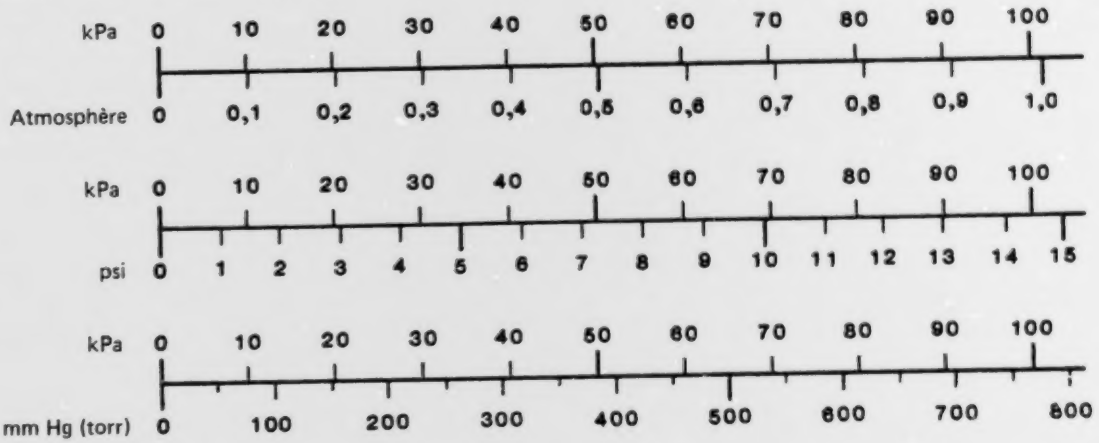


Tableau 1

ANHYDRIDE ACÉTIQUE — NOMOGRAMMES DE CONVERSION



Pression — 1 kPa = 1 000 Pa



Viscosité

Dynamique — 1 Pa·s = 1 000 centipoises (cPo)

Cinématique — 1 m^2/s = 1 000 000 centistokes (cSt)

Teneur (de l'eau)

1 ppm ≅ 1 mg/l

Énergie (chaleur) — 1 kJ = 1 000 J

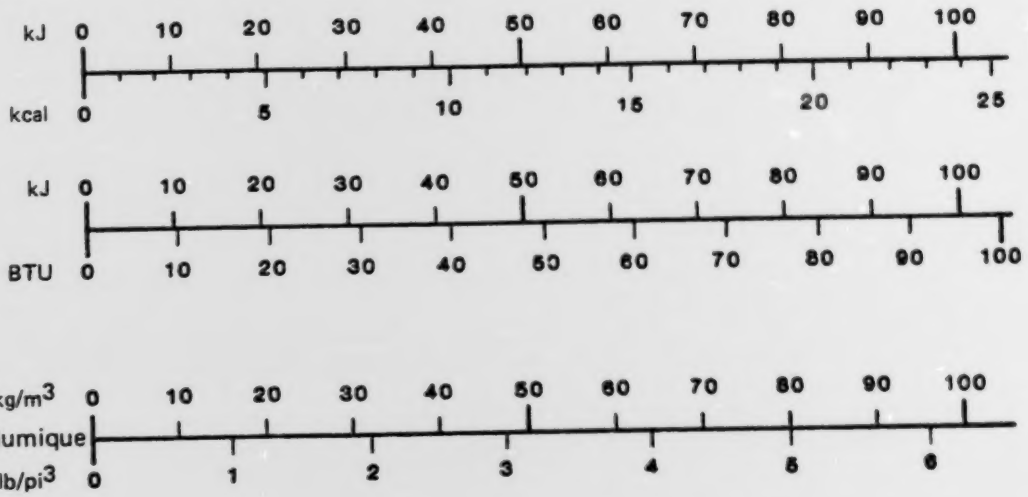


Figure 1

ANHYDRIDE ACÉTIQUE

PRESSION DE VAPEUR EN FONCTION DE LA TEMPÉRATURE

Source: Ullmann, 1975

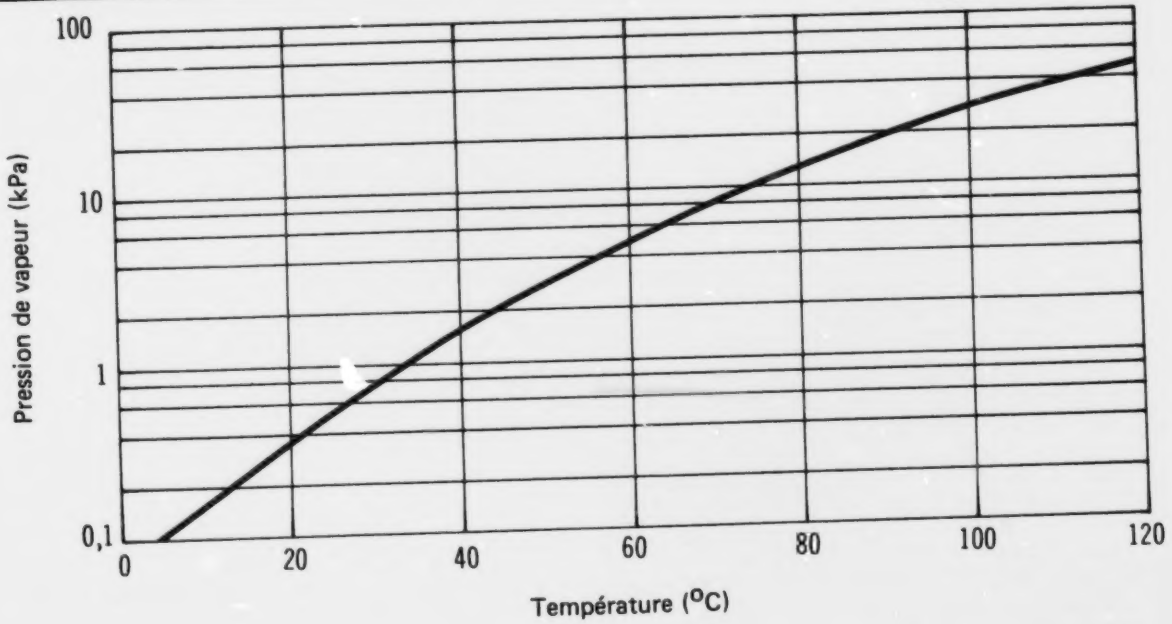


Figure 2

ANHYDRIDE ACÉTIQUE

VISCOSITÉ DU LIQUIDE EN FONCTION DE LA TEMPÉRATURE

Source: Ullmann, 1975

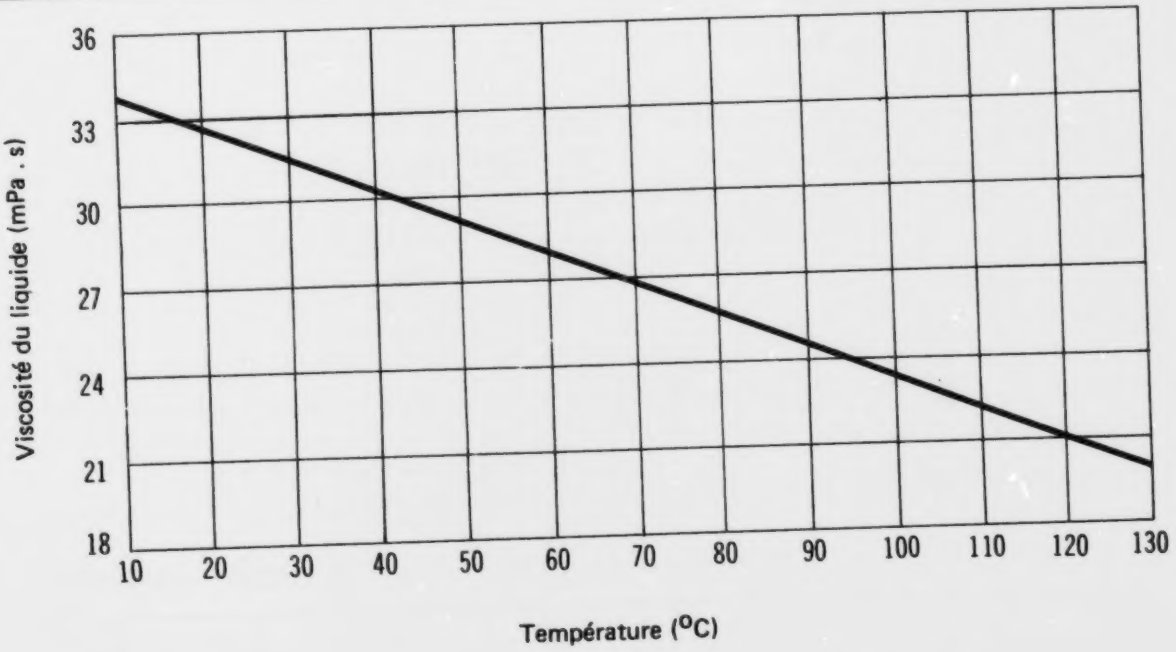


Figure 3

ANHYDRIDE ACÉTIQUE

MASSE VOLUMIQUE DU LIQUIDE EN FONCTION DE LA TEMPÉRATURE

Source: CHRIS, 1978

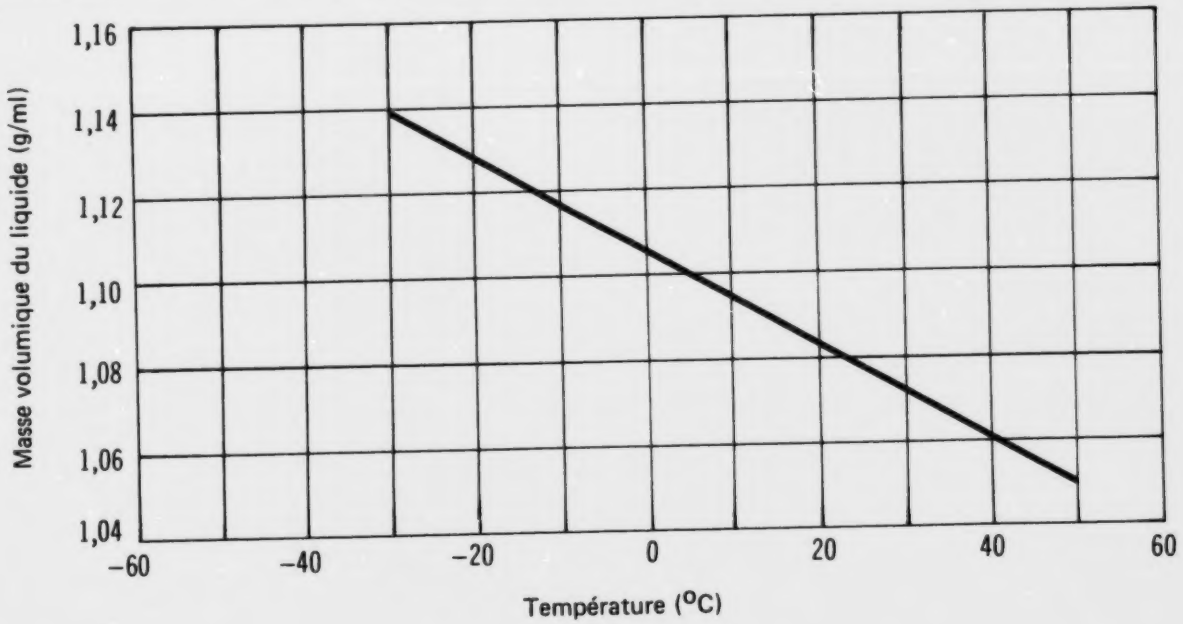
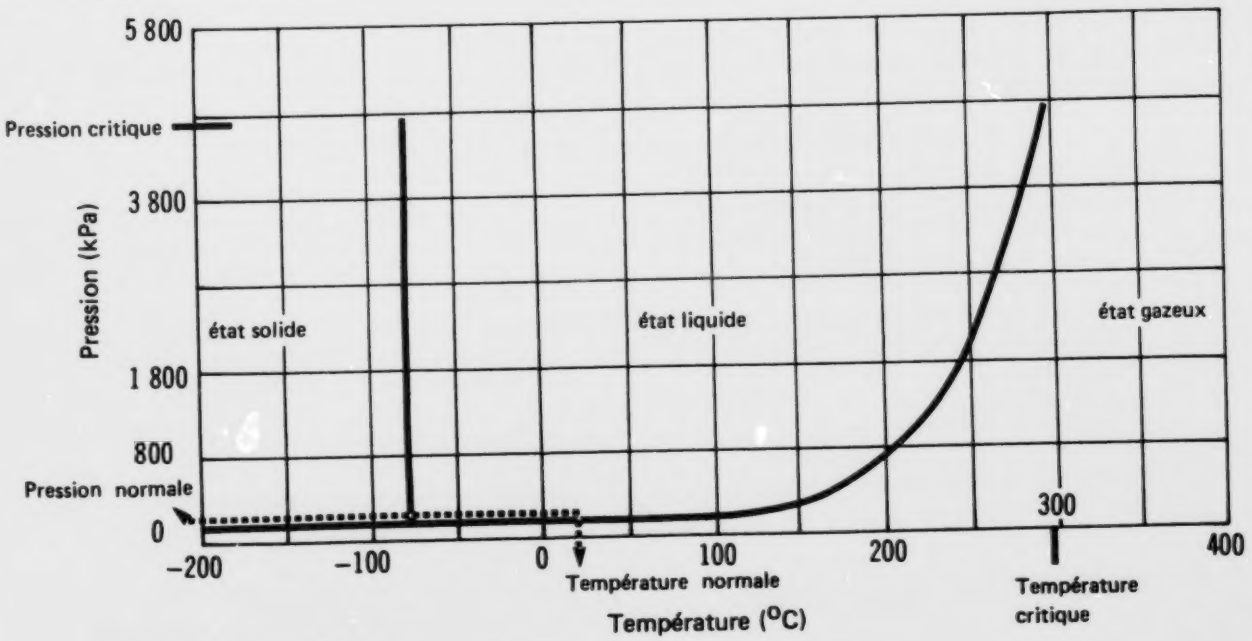


Figure 4

ANHYDRIDE ACÉTIQUE

DIAGRAMME DE PHASES



2 PROPRIÉTÉS PHYSIQUES ET CHIMIQUES

Aspect	Liquide clair, incolore (Celanese PB, 1978)
État habituel du produit transporté	Liquide
État physique (15 °C, 1 atm)	Liquide
Variables d'état	
Point de fusion	-73,13 °C (Kirk-Othmer, 1978)
Point d'ébullition	139,55 °C (CRC, 1980; Ullmann, 1975) 138,63 °C (Kirk-Othmer, 1978)
Pression de vapeur	0,4 kPa (20 °C) (Ullmann, 1975)
Densités	
Masse volumique	1,0820 g/ml (20 °C) (Kirk-Othmer, 1978)
Densité relative du liquide (eau = 1)	1,082 (20 °C/4 °C) (CRC, 1980)
Densité relative de la vapeur (air = 1)	3,52 (Verschueren, 1984)
Propriétés relatives à la combustion	
Inflammabilité	Liquide combustible (NFPA, 1978)
Point d'éclair (coupelle fermée) (coupelle ouverte)	49 °C (NFPA, 1978) 64 °C (Celanese MSDS, 1979)
Température d'inflammation spontanée	316 °C (NFPA, 1978)
Vitesse de combustion	3,3 mm/mn (CHRIS, 1978)
Limite supérieure d'inflammabilité	10,3 p. 100 (vol./vol.) (NFPA, 1978)
Limite inférieure d'inflammabilité	2,9 p. 100 (vol./vol.) (NFPA, 1978) 2 p. 100 (vol./vol.) (Ullmann, 1975)
Chaleur de combustion	1806 kJ/mol (25 °C) (CRC, 1980)
Produits de combustion	Dioxyde de carbone et eau (CRC, 1980)
Température de décomposition	280 °C (Kirk-Othmer, 1978)
Produits de décomposition	Cétène (Kirk-Othmer, 1978)
Explosibilité	Les vapeurs forment des mélanges explosifs avec l'air (NFPA, 1978)
Solubilité, miscibilité	
eau	Légèrement soluble. (Normalement, 12 p. 100 en poids à 20 °C). Réagit en formant de l'acide acétique (Celanese PB, 1978)
autres substances courantes	Miscible dans l'éthanol, le tétrachlorure de carbone et le diéthyléther. Soluble dans le chloroforme (Celanese PB, 1978)
Autres propriétés	
Masse moléculaire du corps pur	102,09 (CRC, 1980)
Composition caractéristique de la qualité commerciale	Qualité dite pure: anhydride acétique à 99 p. 100 minimum Technique: 78 à 98,5 p. 100 d'anhydride acétique
Facteur de conversion pour la vapeur	1 ppm = 4,240 mg/m^3 (20 °C) (Verschueren, 1984)

3 PRODUCTION, TRANSPORT ET COMMERCE

3.1 Qualités et teneurs (Celanese PB, 1978)

L'anhydride acétique est disponible en qualité pratiquement pure (99 p. 100) ainsi qu'en qualité technique de différentes teneurs: 78 p. 100, 85 p. 100, 90 à 95 p. 100, et 98,5 p. 100.

3.2 Fabricants situés au Canada (CCPA, 1981; CBG, 1980)

L'adresse qui suit est celle du siège social de la compagnie et non celle du service d'information en cas de déversement.

Celanese Canada Inc., 800 ouest, Boulevard Dorchester, Montréal (Qc), H3C 3K8, (514) 878-1581.

3.3 Autres fournisseurs (CBG, 1980)

A & K Petro-Chem Industries Ltd., 710 Arrow Road, Weston (Ont.), M9M 2M1, (416) 746-2991.
Harrisons & Crosfield (Canada) Ltd., 4 Banigan Drive, Toronto (Ont.), M4H 1G1, (416) 425-6500.
Henley Chemicals Ltd., 1735 Bayly Street, Pickering (Ont.), L1W 3G7, (416) 831-3341.
Stanchem Distribution PPG Canada Inc., 1600 ouest, Boulevard Dorchester, Montréal (Qc), H4C 2E9, (514) 931-6471.
Van Waters & Rogers Ltd., 9800 Van Horne Way, Richmond (C.-B.), V6X 1W5, (604) 273-1441.
Winfield Chemical Industries Ltd., C.P. 1134, Woodstock (N.-B.), E0J 2B0, (506) 328-6851.

3.4 Centres de production

L'anhydride acétique produit au Canada provient d'Edmonton, en Alberta. Les principaux acheteurs se trouvent en Ontario, au Québec, en Colombie-Britannique et au Nouveau-Brunswick.

3.5 Volume de production (PC Celanese, 1982)

Société	Emplacement	Capacité nominale kilotonnes/an (1982)
Celanese Canada	Edmonton (Alb.)	35 000 (dont la moitié env. est utilisée par Celanese)

3.6 Fabrication de l'anhydride acétique (FKC, 1975; Kirk-Othmer, 1978)

3.6.1 Généralités. – L'acide acétique (glacial) est déshydraté catalytiquement en cétène, lequel réagit avec l'acide acétique et forme l'anhydride.

3.6.2 **Procédé de fabrication.** – La vapeur d'acide acétique glacial passe dans un réacteur tubulaire avec une petite quantité de catalyseur (phosphate de triéthyle) à une température de 700 à 800 °C et une pression variant de 10 à 27 kPa.

$$CH_3CO_2H \longrightarrow CH_2 = C = O + H_2O$$

$$CH_2 = C = O + CH_3CO_2H \longrightarrow (CH_3CO)_2O$$

Lorsque les réactifs quittent le réacteur, le catalyseur de déshydratation est neutralisé (par de l'ammoniac) pour empêcher l'inversion de la réaction. Le produit de la réaction passe dans une série de condenseurs pour séparer le cétène et l'anhydride acétique de l'eau et de l'acide acétique intact. La purification finale se fait par rectification. Ce procédé a un rendement global d'environ 85 à 90 p. 100.

3.7 **Principales utilisations au Canada** (Celanese PB, 1978)

L'anhydride acétique est utilisé à diverses fins, notamment:

- l'acétylation de la cellulose lors de la production de fibres d'acétate, de plastiques, de revêtements et de pellicules;
- l'estérification directe des alcools;
- la fabrication de médicaments, de produits pharmaceutiques et d'explosifs de force intermédiaire;
- la fabrication d'herbicides;
- le traitement du papier et des textiles.

4 MANUTENTION DU PRODUIT ET COMPATIBILITÉ AVEC CERTAINS MATÉRIAUX

4.1 Citernes et autres récipients d'expédition

4.1.1 Transport en vrac. – L'anhydride acétique en solution est transporté en vrac dans des wagons-citernes et des véhicules-citernes routiers spécialement conçus à cette fin.

4.1.1.1 Wagons-citernes. – Les wagons-citernes utilisés pour le transport de l'anhydride acétique en solution sont de spécification 111A60W1 (IL) et 111A60ALW1 CCT/DOT (voir tableau 2) (RTDCR, 1974; TCM, 1979). La figure 5 illustre un wagon-citerne de spécification 111A60W1 et le tableau 3 fournit les données chiffrées relatives à ce type de wagon. Ces wagons peuvent être déchargés par le bas ou par le haut. En cas de déchargement par le haut, il est préférable d'utiliser une pompe approuvée (MCA, 1962). Le liquide est retiré par un tube plongeur partant du bas du wagon-citerne et débouchant sur la plate-forme supérieure. Ce tube se termine par un robinet de déchargement de 51 mm (2 po).

4.1.1.2 Véhicules-citernes routiers. – Les camions-citernes utilisés pour le transport de solutions d'anhydride acétique ont généralement une capacité d'environ 18 200 kg (40 000 lb) au minimum (Celanese MSDS, 1978).

Comme les wagons-citernes, ces véhicules-citernes routiers sont déchargés par le haut, au moyen d'une pompe. Le tuyau de refoulement se trouve généralement à l'arrière de la citerne. On ne doit *jamais* utiliser d'air comprimé pour le déchargement d'anhydride acétique en solutions (MCA, 1962).

Les solutions d'anhydride acétique n'étant pas transportées sous pression, les véhicules-citernes utilisés à cette fin ne sont pas soumis à des spécifications particulières de la CCT.

Tableau 2
Caractéristiques relatives aux wagons-citernes de spécifications 111A60W1 (IL) et 111A60ALW1

Numéro de spécification du DOT et de la CCT*	Description
111A60W1 (IL)	Citerne en acier soudé par fusion, sans dôme. Isolée ou non isolée. Creux minimal de 2 p. 100. Indicateur de niveau. Évent de sécurité réglé à 414 kPa (60 psi) ou soupape de sécurité réglée à 242 kPa (35 psi). Revêtement intérieur. Pression d'essai 414 kPa (60 psi).
111A60ALW1	Citerne en aluminium soudé par fusion, sans dôme. Isolée ou non isolée. Creux minimal de 2 p. 100. Indicateur de niveau. Évent de sécurité réglé à 414 kPa (60 psi), soupape de sécurité réglée à 242 kPa (35 psi). Organe de déchargement par le bas ou orifice de purge facultatifs. Pression d'essai: 414 kPa (60 psi).
103ALW	Citerne en aluminium soudé par fusion, avec dôme. Isolée ou non isolée. Creux de 2 p. 100. Soupapes de sécurité réglées à 242 kPa (35 psi) ou évent de sécurité réglé à 414 kPa (60 psi). Organe de déchargement par le bas ou orifice de purge facultatifs. Pression d'essai: 414 kPa (60 psi).

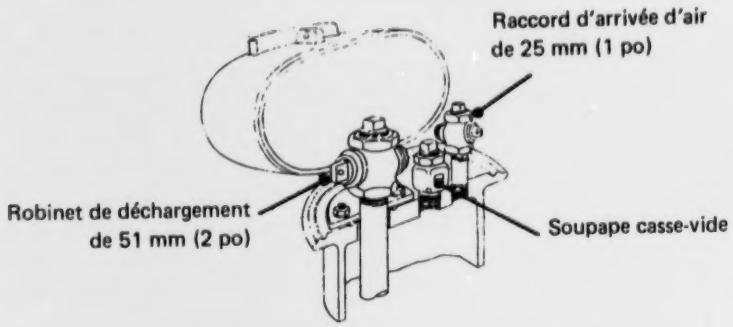
* Department of Transportation (É.-U.) et Commission canadienne des transports

Figure 5

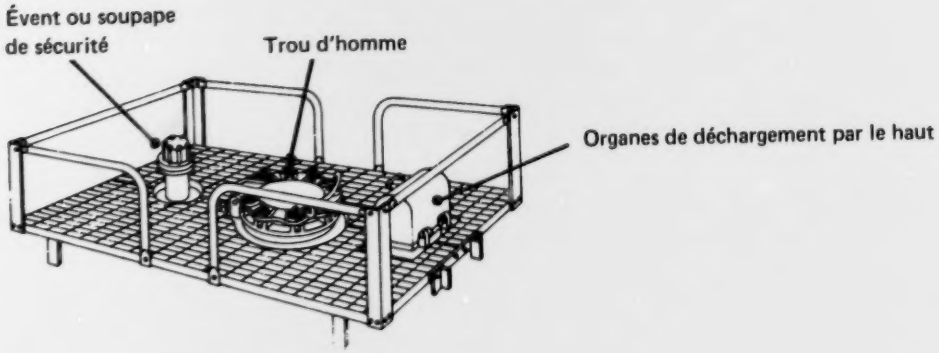
ANHYDRIDE ACÉTIQUE

WAGON-CITERNE – SPÉCIFICATION 111A60W1

(Sources: TCM, 1979; RTDCR, 1974)



Détail des organes de déchargement par le haut



Détail de la plate-forme supérieure

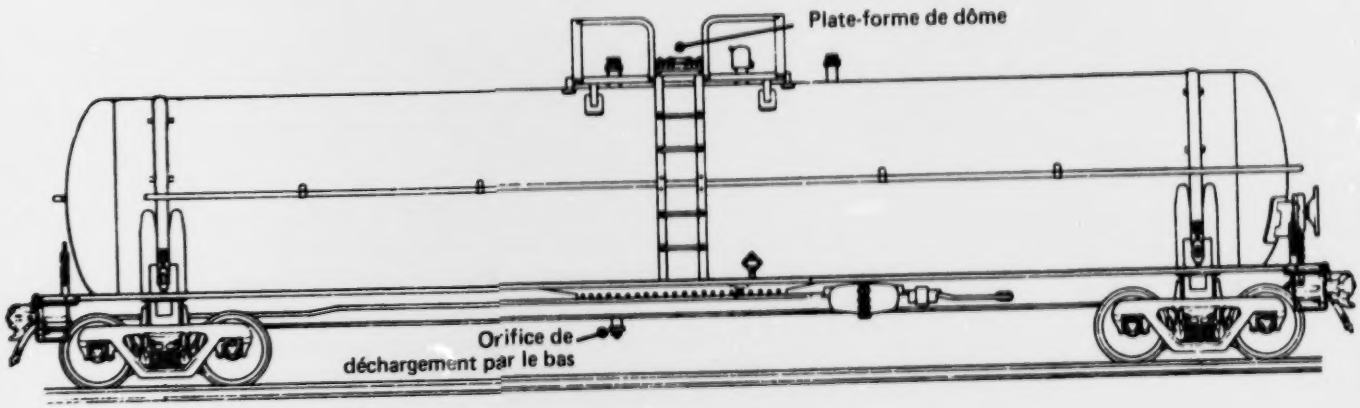


Tableau 3
Caractéristiques du wagon-citerne de spécification 111A60W1
(TCM, 1979; RTDCR, 1974)

Description	Capacité nominale de la citerne (gal imp.)		
	16 700	17 200	20 000
Structure			
Capacité nominale	75 700 l (16 700 gal)	78 000 l (17 200 gal)	90 900 l (20 000 gal)
Tare (poids à vide)	33 900 kg (74 700 lb)	33 900 kg (74 700 lb)	38 900 kg (85 800 lb)
Masse brute maximale	119 000 kg (263 000 lb)	83 500 kg (184 000 lb)	119 000 kg (263 000 lb)
Citerne			
Matériau	Acier	Acier	Acier
Épaisseur	11,1 mm (7/16 po)	11,1 mm (7/16 po)	11,1 mm (7/16 po)
Diamètre intérieur	2,60 m (102 po)	2,62 m (103 po)	2,74 m (108 po)
Pression d'épreuve	414 kPa (60 psi)	414 kPa (60 psi)	414 kPa (60 psi)
Pression d'éclatement	1640 kPa (240 psi)	1640 kPa (240 psi)	1640 kPa (240 psi)
Dimensions approximatives			
Longueur avec organes d'attelage	17 m (57 pi)	17 m (57 pi)	18 m (60 pi)
Longueur avec pylônes de choc	16 m (53 pi)	16 m (53 pi)	17 m (57 pi)
Distance entre les pivots de bogie	13 m (42 pi)	13 m (42 pi)	14 m (45 pi)
Hauteur au sommet du caillebotis	4 m (12 pi)	4 m (12 pi)	4 m (12 pi)
Hauteur hors-tout	5 m (15 pi)	5 m (15 pi)	5 m (15 pi)
Largeur hors-tout (avec poignées)	3,2 m (127 po)	3,2 m (127 po)	3,2 m (127 po)
Longueur du caillebotis	2-3 m (8-10 pi)	2-3 m (8-10 pi)	2-3 m (8-10 pi)
Largeur du caillebotis	1,5-2 m (5-6 pi)	1,5-2 m (5-6 pi)	1,5-2 m (5-6 pi)
Déchargement par le haut			
Raccord de déchargement	51 mm (2 po)	51 mm (2 po)	51 mm (2 po)
Orifice de remplissage/ trou d'homme	203-356 mm (8-14 po)	203-356 mm (8-14 po)	203-356 mm (8-14 po)
Raccord d'arrivée d'air	25-51 mm (1-2 po)	25-51 mm (1-2 po)	25-51 mm (1-2 po)
Déchargement par le bas			
Orifice de déchargement par le bas	102-152 mm (4-6 po)	102-152 mm (4-6 po)	102-152 mm (4-6 po)
Dispositifs de sécurité	Évent ou soupape de sécurité	Évent ou soupape de sécurité	Évent ou soupape de sécurité
Dôme	Aucun	Aucun	Aucun
Isolation	Facultative	Facultative	Facultative

4.1.2 **Transport en fûts.** – L'anhydride acétique est également transporté en fûts, fabriqués en divers matériaux comme on peut le voir au tableau 4 (TDGC, 1980).

4.2 Déchargement

4.2.1 **Équipement et procédés de déchargement des wagons-citernes.** – Certaines précautions s'imposent avant de procéder au déchargement des wagons-citernes (MCA, 1962):

- s'assurer que le réservoir de stockage à évent a une capacité suffisante pour recevoir le contenu entier du wagon-citerne;
- si le déchargement se fait de nuit, les dispositifs d'éclairage artificiel doivent être antidéflagrants;
- les employés *ne doivent en aucun cas* pénétrer dans la citerne;
- les freins doivent être serrés et les deux extrémités du wagon-citerne doivent être munies de cales; des déraillleurs doivent être en place et les écriteaux voulus, installés;
- le poste de déchargement doit être doté d'un quai de service offrant toutes les conditions de sécurité.

Le déchargement comporte les étapes suivantes (MCA, 1962):

- mettre le wagon-citerne à la terre avant que le système de déchargement ne soit raccordé;
- faire tomber la pression de vapeur à l'intérieur du wagon;
- raccorder la conduite de déchargement de 51 mm (2 po) à l'organe de déchargement situé sur la plate-forme supérieure et décharger par pompage;
- lorsque le déchargement est terminé, procéder dans l'ordre inverse.

4.2.2 **Équipement et procédés de déchargement des véhicules-citernes routiers.** – Les méthodes de déchargement des véhicules-citernes routiers sont semblables à celles employées pour le déchargement des wagons-citernes. Les procédés utilisés pour les camions-citernes s'appliquent également aux remorques-citernes.

Tableau 4
Caractéristiques des fûts utilisés pour le transport de l'anhydride acétique

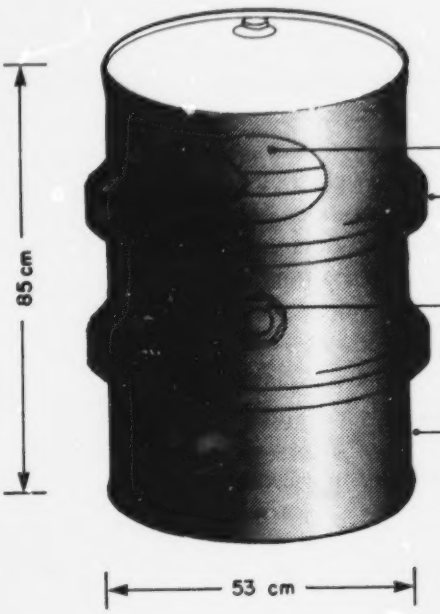
Catégorie de fût	Code	Description	Figure
Acier	1A1	Dessus non amovible, réutilisable	6
	1A1A	Idem, avec rebords renforcés	6
	1A1B	Idem à 1A1, avec collerette de fermeture soudée	6
	1A1C	Idem à 1A1, avec revêtement de plomb	6
	1A1D	Idem à 1A1, avec revêtement autre que du plomb	6
Matière plastique	1H1	Dessus non amovible. Contenance de 250 l (55 gal). Masse nette maximale: 400 kg (882 lb)	
Fût en acier avec récipient intérieur en matière plastique	6HA1	Tôle extérieure en acier façonnée comme un fût. Récipient intérieur en matière plastique. Contenance de 225 l (49 gal)	
Monel*	TC5M	Voir section 4.3	6
Nickel	TC5K	Identique à TC5M sauf que fabriqué en nickel	

Figure 6

ANHYDRIDE ACÉTIQUE

FÛTS TYPES

Fût type en monel



Étiquette d'identification

Joncs de roulage faits de caoutchouc naturel solide et flexible

Diamètre maximal de l'orifice: 59 mm

Corps et dessus fabriqués en monel de 10 mm d'épaisseur

Contenance de 220 l

Fût type en acier

Fût en aluminium

Revêtement intérieur en plomb d'une épaisseur minimale de 2,4 mm

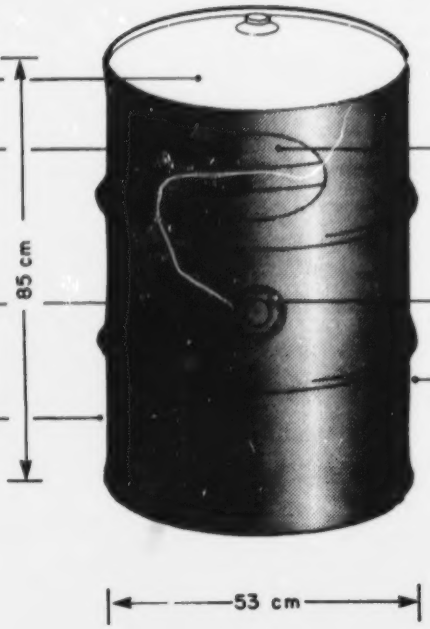
Étiquette d'identification

Diamètre maximal de l'orifice: 70 mm

Corps et dessus fabriqués en acier laminé

Contenance de 250 l

Masse maximale nette: 400 kg



Étiquette d'identification

Diamètre maximal de l'orifice: 70 mm

Corps et dessus fabriqués en aluminium pur à 99 % au moins

Contenance de 250 l

Masse maximale nette: 400 kg

4.2.3 Matériaux de fabrication de l'équipement de déchargement et spécifications. – Les matériaux de fabrication des divers éléments des organes de déchargement, de même que les spécifications relatives à ces organes, dont il est question ci-après, sont ceux qui sont généralement utilisés pour l'équipement de déchargement. Dans certains cas, d'autres matériaux peuvent être utilisés comme il est indiqué au tableau 5.

Les conduites et les raccords en acier inoxydable 316 de nomenclature 40 sont recommandés (MCA, 1962). Il faut utiliser des joints à brides soudées de préférence aux conduites et raccords filetés qui ont tendance à fuir.

La conduite de déchargement doit avoir un diamètre de 51 mm (2 po), diamètre standard des raccords sur les wagons-citernes, mais les autres canalisations de transvasement peuvent être de n'importe quelle dimension. On déconseille toutefois l'utilisation de conduites d'un diamètre inférieur à 25 mm (1 po). Les conduites extérieures *doivent* être auto-vidangeables.

Des conduites et des joints tournants en acier ou en acier inoxydable conviennent pour les parties souples des organes de transvasement dans les stations de déchargement des wagons-citernes. Le joint tournant à roulement à billes ou le joint tournant à presse-étoupe donneront tous deux un rendement adéquat s'ils sont bien entretenus.

Des soupapes à membrane en fonte ou en acier coulé avec revêtement intérieur de fluorure de polyvinylidène donneront un service adéquat (DPLV, 1972). Voir le tableau 5 pour les autres matériaux compatibles avec l'anhydride acétique.

On recommande une pompe centrifuge à admission unilatérale avec un arbre et des ouïes en alliage «20» et une enveloppe de fonte à forte teneur en silicium. Les garnitures seront de préférence en téflon (HIS, 1969).

Les citernes couramment utilisées pour le transport de l'anhydride acétique sont en acier inoxydable soudé ou en acier au carbone avec parois chemisées de polypropylène.

4.3 Compatibilité entre le produit et certains matériaux

La compatibilité de l'anhydride acétique et de certains matériaux de fabrication est indiquée au tableau 5. Voici une brève définition des termes utilisés pour le mode d'évaluation des matériaux.

Recommandé: donne satisfaction dans l'utilisation indiquée;

Avec réserves: se détériore; ne convient qu'en cas d'utilisation intermittente ou de courte durée;

Déconseillé: se détériore rapidement au contact d'anhydride acétique. Ne doit pas être utilisé.

Tableau 5
Compatibilité entre l'anhydride acétique et certains matériaux de fabrication

Application	Teneur (ou titre) du produit	Température (°C)	Choix des matériaux		
			Recommandé	Réserves	Déconseillé
1. Conduites et raccords	Toute teneur	23			Chlorure de polyvinyle I, polyéthylène (MWPP, 1978), Chlorure de polyvinyle I et II (DPPED, 1967)
		24	Chlorure de polyvinylidène, polypropylène, fluorure de polyvinylidène (DCRG, 1978)		
		66	Polyéther chloré (DCRG, 1978)		
2. Soupapes		Ébullition	Acier inoxydable J-20 Acier inoxydable 316 (JSSV, 1979)		
3. Pompes	100 %	Jusqu'à la température d'ébullition	Acier inoxydable 304 Acier inoxydable 316 Fonte à teneur élevée en silicium (HIS, 1969)		Plastiques renforcés à la fibre de verre
4. Réservoirs de stockage	Toute teneur	Jusqu'à la température d'ébullition	Aluminium Acier inoxydable Acier au carbone doublé (MCA, 1962)	Cuivre	Acier au carbone Fonte austénique (MCA, 1962)
5. Autres	60 %	85	Acier inoxydable 302 Acier inoxydable 304 Acier inoxydable 316 (ASS)		
	90 %	20	Acier inoxydable 302 Acier inoxydable 304 Acier inoxydable 316 (ASS)	Acier inoxydable 430 (ASS)	
	Techniquement pur	20	Polypropylène (GF)	Polyéthylène (GF)	Chlorure de polyvinyle non plastifié, polyoxyméthylène,

Application	Teneur (ou titre) du produit	Température (°C)	Choix des matériaux		
			Recommandé	Réserves	Déconseillé
					caoutchouc naturel, acrylonitrile butadiène (nitrile, Buna N), butyle, caoutchouc d'éthylène propylène, polychloroprène, caoutchouc fluoré (Viton), polyéthylène chlorosulfoné (Hypalon) (GF)
	Techniquement pur	80			Polypropylène, polyéthylène, chlorure de polyvinyle non plastifié, caoutchouc naturel, polyoxyméthylène, acrylonitrile-butadiène (nitrile, Buna N), butyle, caoutchouc d'éthylène-propylène, polychloroprène (néoprène), caoutchouc fluoré (Viton), polyéthylène chlorosulfoné (Hypalon) (GF)
		21 22	Fluorure de polyvinylidène (TPS, 1978)		Chlorure de polyvinyle, chlorure de polyvinyle chloré (TPS, 1978)

Application	Teneur (ou titre) du produit	Température (°C)	Choix des matériaux		
			Recommandé	Réserves	Déconseillé
		66			Chlorure de polyvinyle fluoré (TPS, 1978), caoutchouc styrène/butadiène (GPP)
	Jusqu'à 100 %	24 à 100	Verre (CDS, 1967)		
	50 %	24 à 149	Verre (CDS, 1967)		
	100 %	24			Ciment, Bois (CDS, 1967)
	La plupart	La plupart			Fer ou acier (Ullmann, 1975)

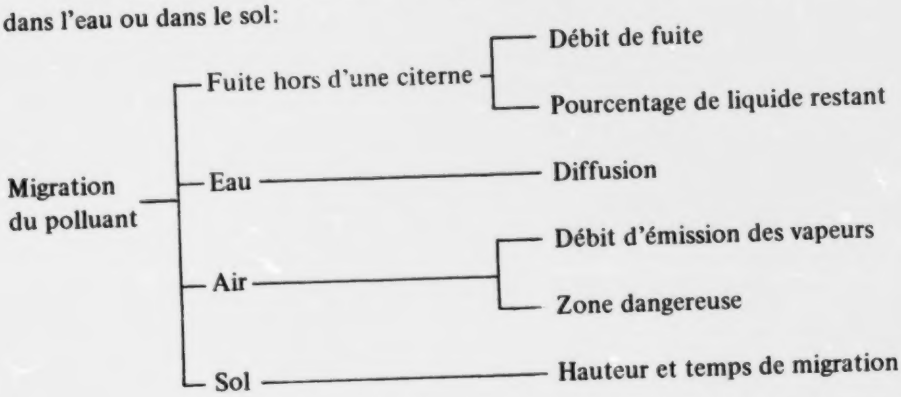
5 FUITE ET MIGRATION DU PRODUIT

5.1 Aperçu général

L'anhydride acétique est transporté à l'état liquide. Déversé dans l'eau, l'anhydride acétique coule et réagit lentement, avec production d'acide acétique. La réaction est exothermique. Déversé sur le sol, le liquide se répand à la surface, puis migre dans le sol à une vitesse qui varie selon le type de sol et la teneur en eau de ce dernier. L'infiltration d'anhydride acétique jusqu'à la nappe phréatique peut créer des problèmes sur le plan de l'environnement.

L'anhydride acétique a une volatilité relativement faible mais lorsque déversé sur le sol, la vapeur émise par une nappe peut présenter un risque.

Voici les facteurs à prendre en considération en cas de migration d'anhydride acétique dans l'eau ou dans le sol:



À cause du caractère approximatif des calculs dans le domaine de la migration des polluants, la méthode adoptée consiste à utiliser des estimations prudentes des paramètres critiques dans le but d'établir des prévisions qui reflètent le plus fidèlement possible les pires scénarios. En suivant cette méthode, il se peut que l'on doive poser des hypothèses différentes pour chaque milieu. Cette méthode permet donc de comparer le comportement de différents produits chimiques dans les pires scénarios à partir d'hypothèses compatibles avec chaque milieu.

5.2 Fuite du produit

5.2.1 Introduction. – L'anhydride acétique est ordinairement transporté à l'état liquide non pressurisé dans des wagons-citernes spécialement conçus à cet effet. Comme il existe une grande variété de modèles de wagons-citernes, nous en avons choisi un en particulier pour établir les nomogrammes de fuite. Le modèle choisi a un diamètre de 2,75 m, une longueur de 13,4 m et une contenance d'environ 80 000 litres. Le même modèle a été adopté pour tous les manuels de la collection Enviroguide pour des raisons d'uniformité.

Si le fond d'une citerne remplie d'anhydride acétique est percé, tout le liquide s'écoulera sous l'action de la pesanteur. Grâce aux nomogrammes, on pourra calculer la quantité de liquide restant dans la citerne ainsi que le débit de fuite du liquide en fonction du temps écoulé. Comme

le produit n'est pas transporté dans des citernes sous pression et vu qu'il est peu volatil, aucun nomogramme n'a été élaboré pour la fuite éventuelle de vapeurs par un orifice qui serait situé au-dessus du niveau du liquide.

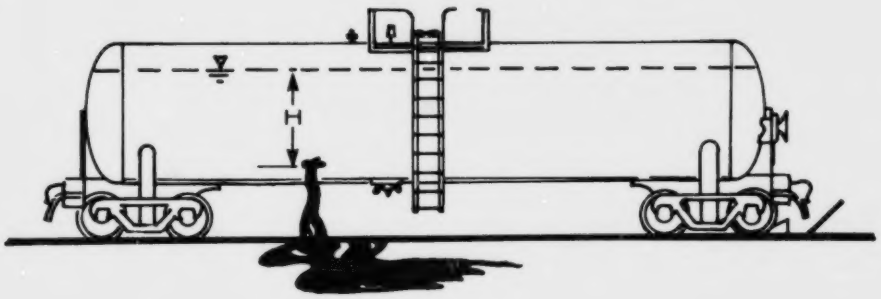


Figure 7 WAGON-CITERNE PERFORÉ AU-DESSOUS DU NIVEAU DU LIQUIDE

Dans le cas d'un orifice situé dans le bas d'une citerne, le débit de sortie (qs), autrement dit le débit de fuite, se calcule par la méthode dite des orifices (Streeter, 1971). Le débit de fuite (qf) est fonction de la surface (s) et de la forme de l'orifice, de la hauteur (h) du liquide au-dessus de l'orifice et du coefficient de débit (Cq).

5.2.2 Nomogrammes des fuites

5.2.2.1 Pourcentage de liquide restant en fonction du temps écoulé. – La figure 8 permet d'évaluer le pourcentage de liquide restant dans un wagon-citerne en fonction du temps écoulé depuis qu'il a été perforé, et en fonction d'un certain nombre de diamètres de l'orifice. Ces diamètres sont des diamètres équivalents et valent pour des orifices de toutes formes.

On suppose que le wagon-citerne a une contenance d'environ 80 000 litres et qu'il était plein au moment de la rupture ($t = 0$). Le volume de liquide restant, après un temps d'écoulement donné (t), n'est pas seulement fonction du débit de fuite, mais aussi de la taille et de la forme du wagon-citerne.

5.2.2.2 Débit de fuite volumique en fonction du temps écoulé. – La figure 9 permet d'évaluer à tout instant le débit de fuite volumique (l/s) après un temps d'écoulement donné (t), en fonction de diamètres équivalents donnés. Le nomogramme ne vaut que pour un wagon-citerne dont le contenu initial est de 80 000 litres.

5.2.3 Exemples de calcul

PROBLÈME A

Un wagon-citerne type (diamètre 2,75 m et longueur de 13,4 m) rempli d'anhydride acétique, a été perforé dans le bas. Le diamètre équivalent de l'orifice est de 150 mm. Quel pourcentage du volume initial de 80 000 litres reste-t-il après 10 minutes?

Solution du problème A (voir la figure 8): Si $t = 10$ mn et $\phi = 150$ mm, le liquide restant représente 36 p. 100 du volume initial, soit 28 000 l.

Figure 8

ANHYDRIDE ACÉTIQUE

POURCENTAGE DE LIQUIDE RESTANT EN FONCTION DU TEMPS ÉCOULÉ

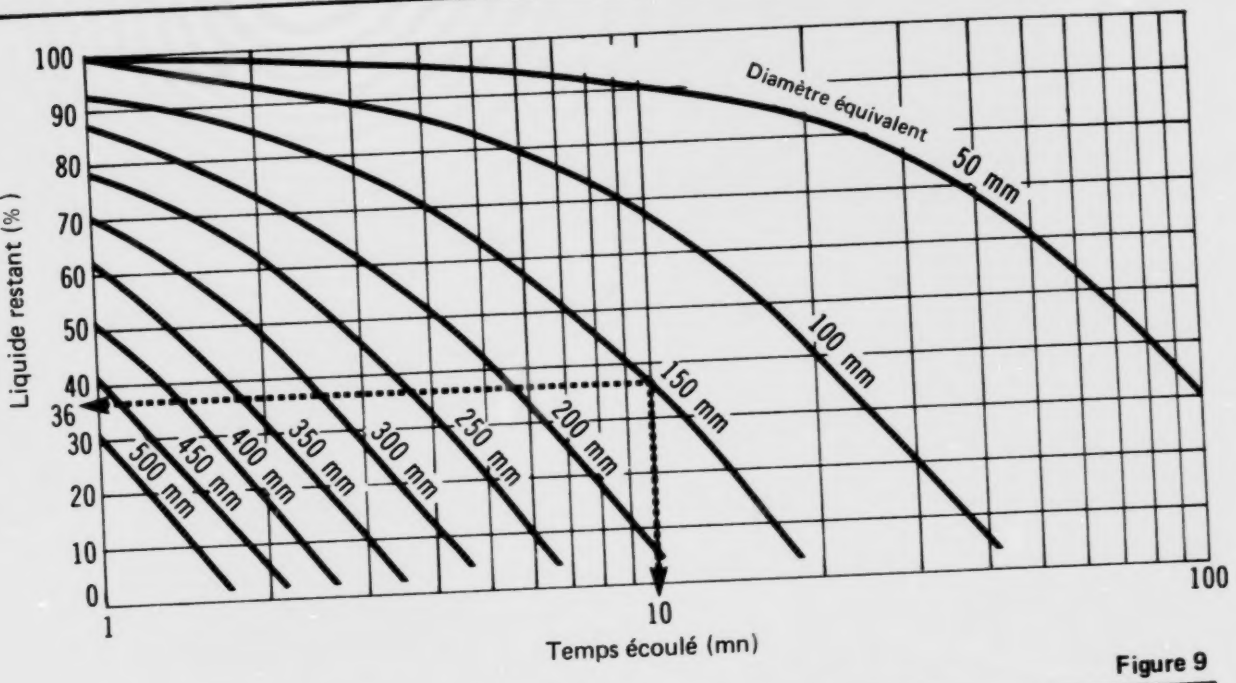
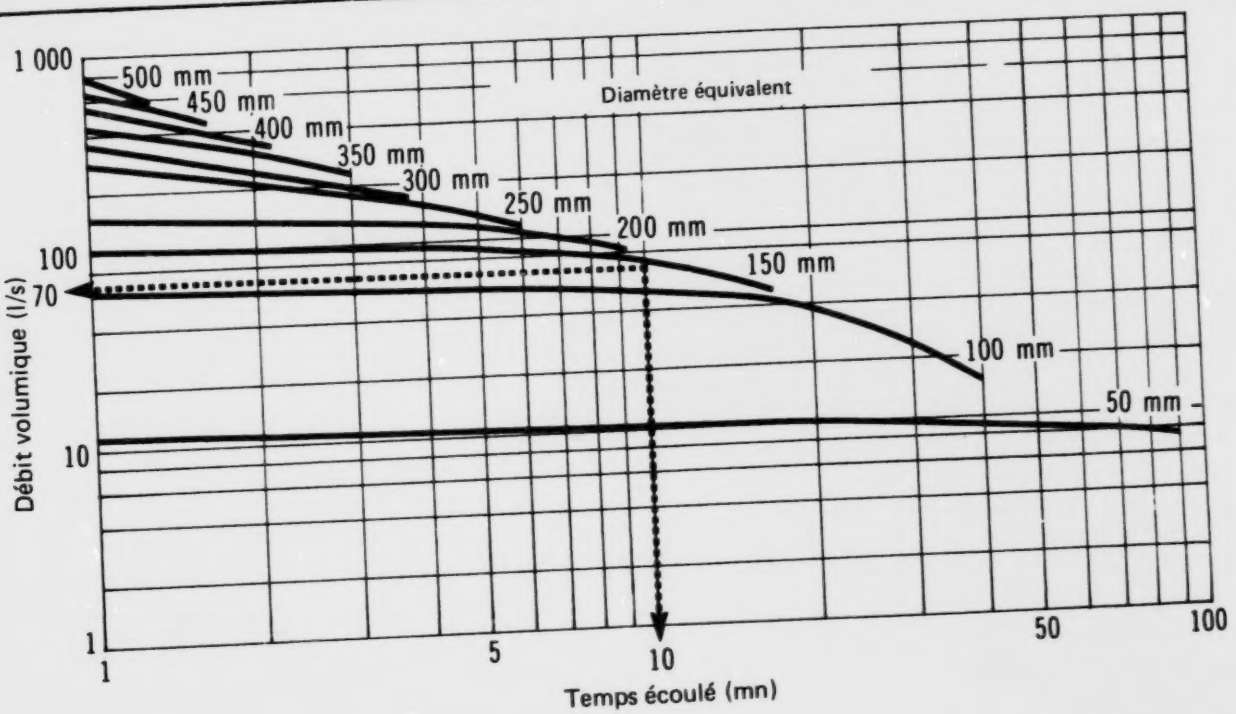


Figure 9

ANHYDRIDE ACETIQUE

DÉBIT DE FUITE VOLUMIQUE EN FONCTION DU TEMPS ÉCOULÉ



PROBLÈME B
À partir des données exposées en A, calculer le débit instantané après 10 minutes d'écoulement.
Solution du problème B (voir la figure 9): Si t = 10 mn et ϕ = 150 mm, le débit instantané (q) = 70 l/s.

5.3 Diffusion dans l'atmosphère

5.3.1 Introduction. – Comme l'anhydride acétique est un liquide relativement peu volatil, un dégagement de vapeurs dans l'atmosphère à partir d'une citerne perforée ne représente aucun danger notable du côté sous le vent. Il ne sera par conséquent question que des vapeurs se dégageant d'anhydride acétique déversé sur le sol ou dans l'eau.

Pour évaluer les teneurs en vapeurs du côté sous le vent par rapport au lieu de l'accident et déterminer la zone dangereuse sur le plan de la toxicité ou de l'inflammabilité, il faut modéliser le transport et la diffusion des vapeurs dans l'atmosphère. Les modèles utilisés supposent une répartition gaussienne des teneurs au sein du panache; ce sont les plus répandus pour la prévision des teneurs en polluant. Le lecteur trouvera de plus amples renseignements à ce sujet dans le Manuel d'introduction de la collection «Enviroguide».

La figure 10 schématise la diffusion d'un panache polluant émis en continu par une aire source. Le modèle de diffusion considère l'aire source, soit la nappe de liquide, comme un point source théorique situé du côté au vent à une distance égale à dix fois le rayon équivalent de la nappe. Le modèle suppose un débit (q) d'émission de vapeurs identique pour le point source et l'aire source.

5.3.2 Nomogrammes et tableaux relatifs à la diffusion de vapeurs. – Les nomogrammes de diffusion atmosphérique du panache servent à déterminer la zone dangereuse sur le plan de la toxicité et de l'inflammabilité. Les nomogrammes, figures et tableaux ci-dessous apparaissent dans l'ordre dans lequel ils doivent être utilisés:

Figure 12 Débit d'émission des vapeurs se dégageant d'une nappe liquide, calculée en fonction du rayon maximal de la nappe
Tableau 6 Catégories météorologiques (de stabilité)
Figure 13 Teneur uniformisée en vapeurs, calculée en fonction d'une distance donnée sous le vent et pour différentes catégories météorologiques
Tableau 7 Demi-largeur maximale du panache dangereux
Figure 16 Distance parcourue par le panache, calculée en fonction du temps écoulé depuis le déversement et pour différentes vitesses de vent

La figure 11 indique les étapes à suivre dans le calcul de la diffusion des vapeurs et dans le choix des nomogrammes et des tableaux à utiliser. En fait, ce sont les étapes encadrées en pointillé qui servent dans la présente section. Les données relatives au volume total de liquide déversé figurent dans la section 5.2. Le lecteur trouvera dans les paragraphes qui suivent l'information relative à chacun des nomogrammes de diffusion et à son utilisation.

5.3.2.1 Débit d'émission des vapeurs en fonction du rayon de la nappe et de la température (fig. 12). – Le Manuel d'introduction de la collection «Enviroguide» fournit des équations sur le taux d'évaporation permettant de calculer le taux d'évaporation propre à l'anhydride acétique. À une température de 20 °C et sous un vent de 4,5 m/s (16,1 km/h), ce taux est de 0,12 g/m^2 . s. D'autres taux ont été calculés à l'aide d'une équation qui, pour un vent donné,

Figure 10

ANHYDRIDE ACÉTIQUE — **FORMATION D'UN PANACHE DE VAPEURS**

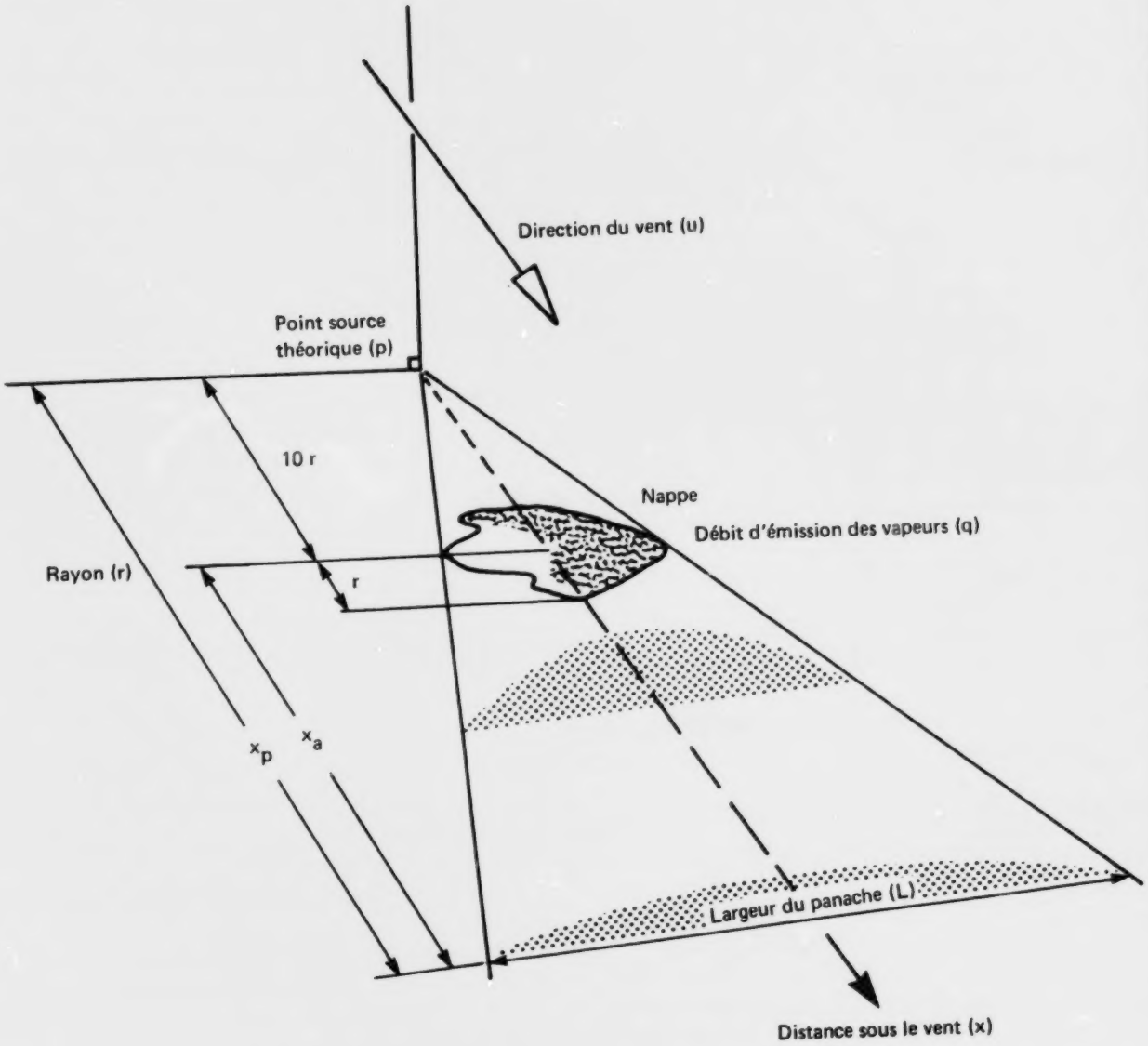
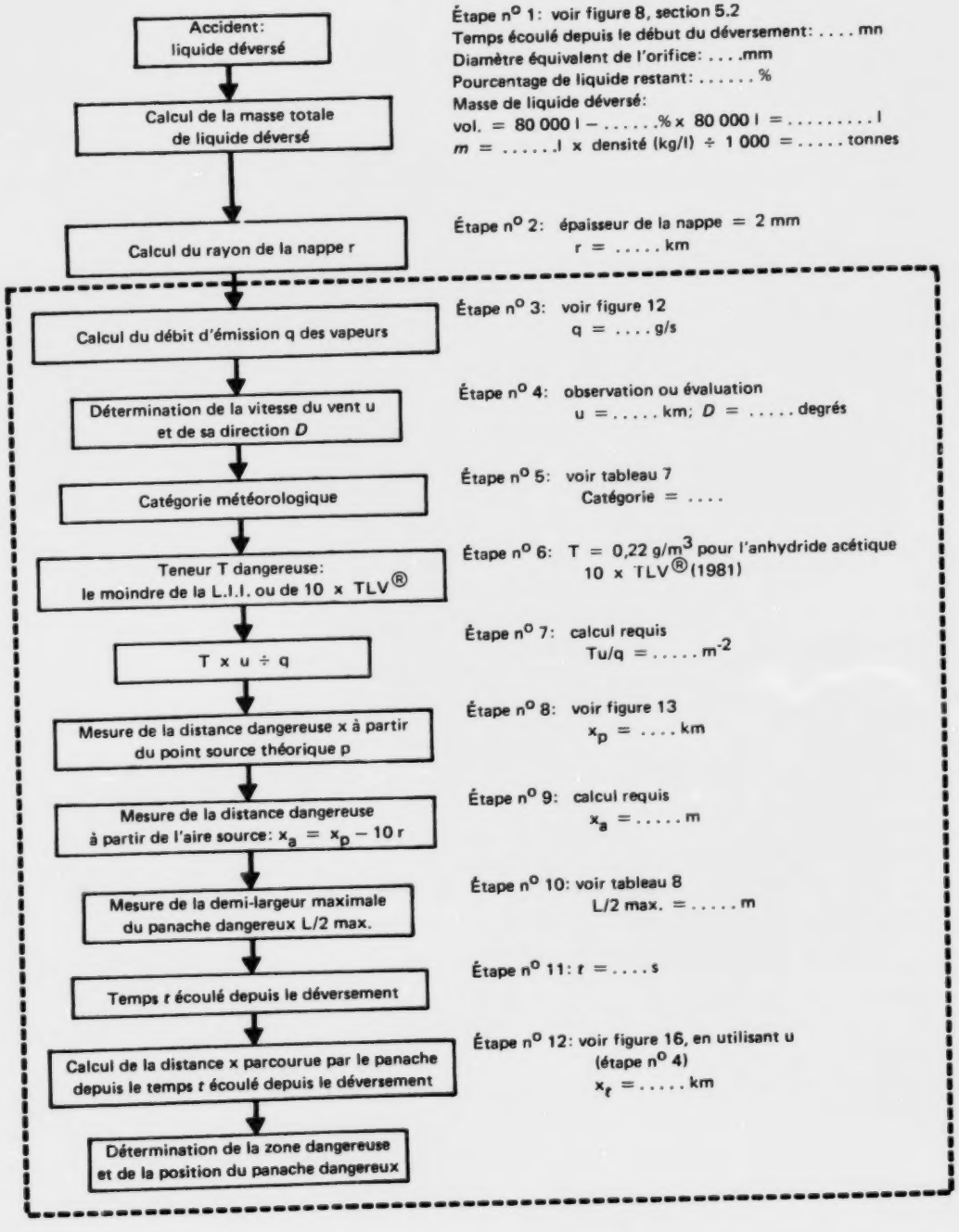


Figure 11

ANHYDRIDE ACÉTIQUE — **ÉTAPES À SUIVRE POUR DÉTERMINER LA ZONE DANGEREUSE**



tient compte de la température ambiante et de la pression de vapeur du produit (Perry, 1973) à cette température. Ainsi, pour un vent dont la vitesse est de 4,5 m/s, le taux d'évaporation de l'anhydride acétique est de 0,034 g/m^2 . s à 0 °C, taux qui grimpe à 0,24 g/m^2 . s, à 30 °C.

UTILISATION DU NOMOGRAMME

Pour une nappe d'anhydride acétique de rayon connu, le débit (q) d'émission des vapeurs dans l'atmosphère à une température donnée peut être évalué à l'aide de la figure 12. Les segments continus des droites représentent des déversements de l'ordre de 0,3 à 86 tonnes d'anhydride acétique, le dernier chiffre correspondant à peu près au contenu d'un wagon-citerne type rempli à capacité (80 000 l). Le lecteur notera que la figure 12 vaut pour une vitesse de vent de 4,5 m/s (16,1 km/h); elle ne permet donc qu'une évaluation approximative du débit d'émission pour toute autre vitesse du vent. Il trouvera cependant dans le Manuel d'introduction de la collection «Enviroguide» l'équation qui permet de déterminer le taux d'évaporation pour une vitesse de vent autre que 4,5 m/s.

Le débit d'émission est basé sur le rayon arbitraire d'une nappe de polluant à la surface d'un plan d'eau calme (tableau VI, CHRIS, 1974). Dans le cas présent, le rayon de la nappe est celui établi pour les liquides à point d'ébullition supérieur à la température ambiante et solubles dans l'eau, ainsi que pour un nombre limité de liquides organiques solubles dans l'eau et d'autres liquides insolubles dans l'eau qui ne sont pas décrits dans CHRIS (CHRIS, 1974). Il représente une valeur qui se situe entre celles calculées pour le benzène, liquide moyennement volatil et le nitrite d'iso-amyle, un liquide non volatil. Étant donné qu'un plan d'eau constitue une surface plane non confinée, ce qui est rarement le cas lorsque le déversement se produit sur terre (sol irrégulier et poreux la plupart du temps), on obtient un rayon maximal, donc des valeurs maximales. Si l'on applique l'algorithme calculé pour un plan d'eau à un déversement sur terre, le rayon sera plus grand qu'en réalité et les valeurs obtenues seront celles correspondant aux pires cas envisageables.

5.3.2.2 **Teneur en vapeurs en fonction de la distance sous le vent** (fig. 13). – La figure 13 illustre la relation qui existe entre la teneur en polluant, sous forme de vapeurs, et la distance sous le vent pour les catégories météorologiques D et F. Le nomogramme a été établi à l'aide des modèles de diffusion décrits dans le Manuel d'introduction de la collection «Enviroguide». La teneur en vapeurs est représentée par la teneur uniformisée (Tu/q) au niveau du sol le long de la médiane du panache schématisé. La catégorie F est la moins propice à la diffusion du panache; la catégorie D est la plus fréquente presque partout au Canada. Il faut déterminer la catégorie météorologique appropriée (tableau 6) avant d'utiliser la figure 13.

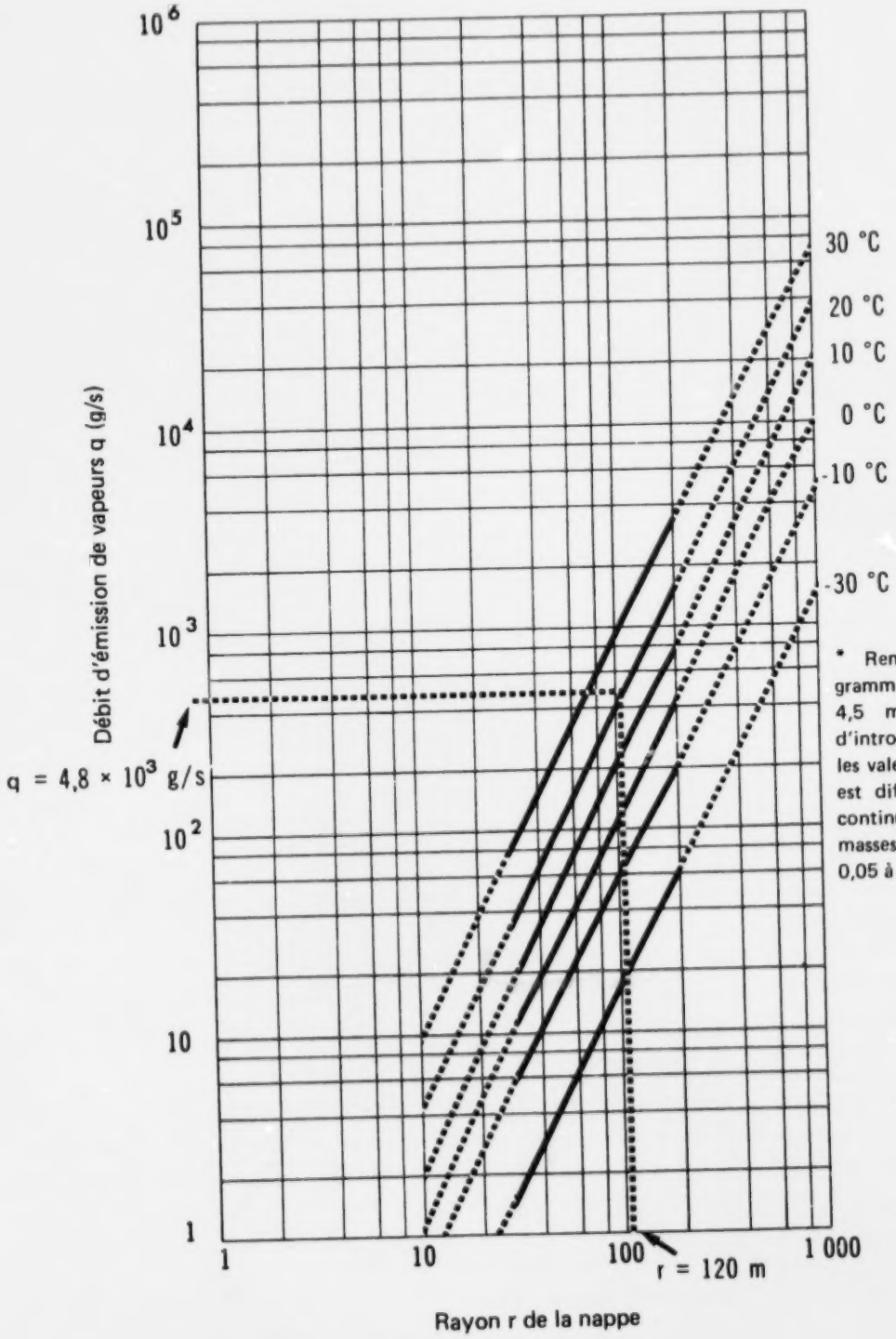
Tableau 6
Catégories météorologiques (de stabilité)

Catégorie F	Catégorie D
Vitesse du vent < 11 km/h (≃ 3 m/s) et l'une des conditions suivantes: ciel couvert durant le jour; nuit; forte inversion de température.	Valable pour toutes les autres conditions.

Figure 12

ANHYDRIDE ACÉTIQUE

DÉBIT D'ÉMISSION DE VAPEURS À DIFFÉRENTES TEMPÉRATURES* EN FONCTION DU RAYON DE LA NAPPE

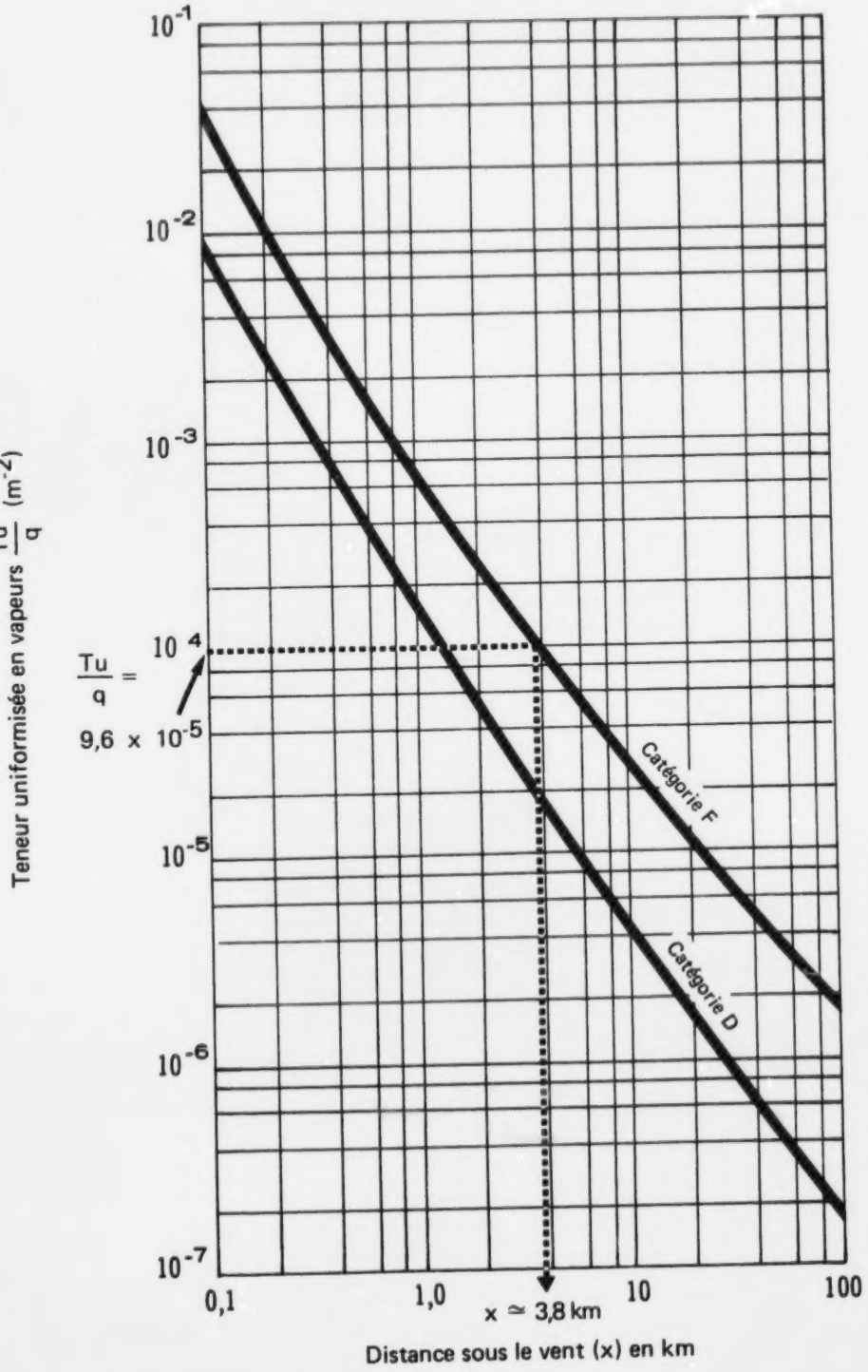


* Remarque. – Le nomogramme vaut pour un vent de 4,5 m/s. Voir le Manuel d'introduction pour convertir les valeurs si la vitesse du vent est différente. Les segments continus représentent des masses de liquide déversé de 0,05 à 100 tonnes.

Figure 13

ANHYDRIDE ACÉTIQUE

TENEUR UNIFORMISÉE EN VAPEURS
EN FONCTION DE LA DISTANCE SOUS LE VENT



UTILISATION DU NOMOGRAMME

La distance maximale dangereuse du côté sous le vent (x) peut être déterminée à l'aide de la figure 13, si l'on possède les données suivantes:

- débit (q) d'émission des vapeurs, en g/s;
- vitesse du vent (u), en m/s;
- catégorie météorologique;
- teneur (T) dangereuse limite, soit la moindre entre 10 fois la TLV® (g/m^3) et la limite inférieure d'inflammabilité (L.I.I.) (g/m^3). À noter que pour convertir la TLV® exprimée en ppm et la L.I.I. exprimée en pourcentage volumique, en teneurs en g/m^3, il faut utiliser les figures 14 et 15.

Une teneur dangereuse limite égale à 10 fois la TLV® a été choisie de façon arbitraire; elle représente une limite «relativement réaliste» au-delà de laquelle une exposition de courte durée (30 minutes) présente un danger pour la santé. La TLV® est une norme d'exposition de longue durée sur les lieux de travail. Si elle était utilisée comme teneur limite dangereuse, la zone dangereuse atteindrait des proportions démesurées.

5.3.2.3 **Demi-largeur maximale du panache dangereux.** – Le tableau 7 présente des valeurs de la demi-largeur *maximale* du panache (L/2)max. pour une plage de valeurs q/u, en fonction des conditions météorologiques D et F. Ces valeurs ont été calculées à l'aide des modèles de diffusion expliqués dans le Manuel d'introduction de la collection «Enviroguide», en supposant une teneur dangereuse limite (communément appelée teneur maximale admissible) égale à 10 fois la TLV® attribuée à l'anhydride acétique (soit 10 x 0,022 g/m^3 = 0,22 g/m^3). La demi-largeur du panache dangereux représente la demi-largeur du nuage de vapeurs d'anhydride acétique, situé du côté sous le vent et atteignant une teneur limite égale à 10 x TLV®. Le tableau 7 ne s'applique donc que dans le cas d'une teneur limite de 0,22 g/m^3. À noter que la distance maximale sous le vent considérée est de 100 km.

Dans les conditions météorologiques D, la plage des vitesses du vent s'étend de 1 à 30 m/s. Quant à la plage des débits d'émission (q) utilisée, elle va de 7500 à 1 500 000 g/s, ce qui correspond à une plage de masses déversées comprises entre 40 et 8000 tonnes et plus d'anhydride acétique. Si tout le contenu, soit 80 000 l (17 600 gal imp.) du wagon-citerne était déversé, cela représenterait une masse de 86 400 kg (soit environ 86 tonnes). Le tableau 7, pour la catégorie D, fournit des valeurs calculées en fonction de masses jusqu'à 90 fois plus considérables.

Dans les conditions météorologiques F, la plage de vitesses du vent (u) va de 1 à 3 m/s. Quant à la plage de débits d'émission (q) utilisée, elle va de 750 à 130 000 g/s, ce qui correspond à une plage de masses déversées comprises entre 1 et 3000 tonnes. Le tableau 7 pour la catégorie F fournit des chiffres calculés en fonction de masses atteignant jusqu'à 34 fois le contenu d'un wagon-citerne type.

UTILISATION DU NOMOGRAMME

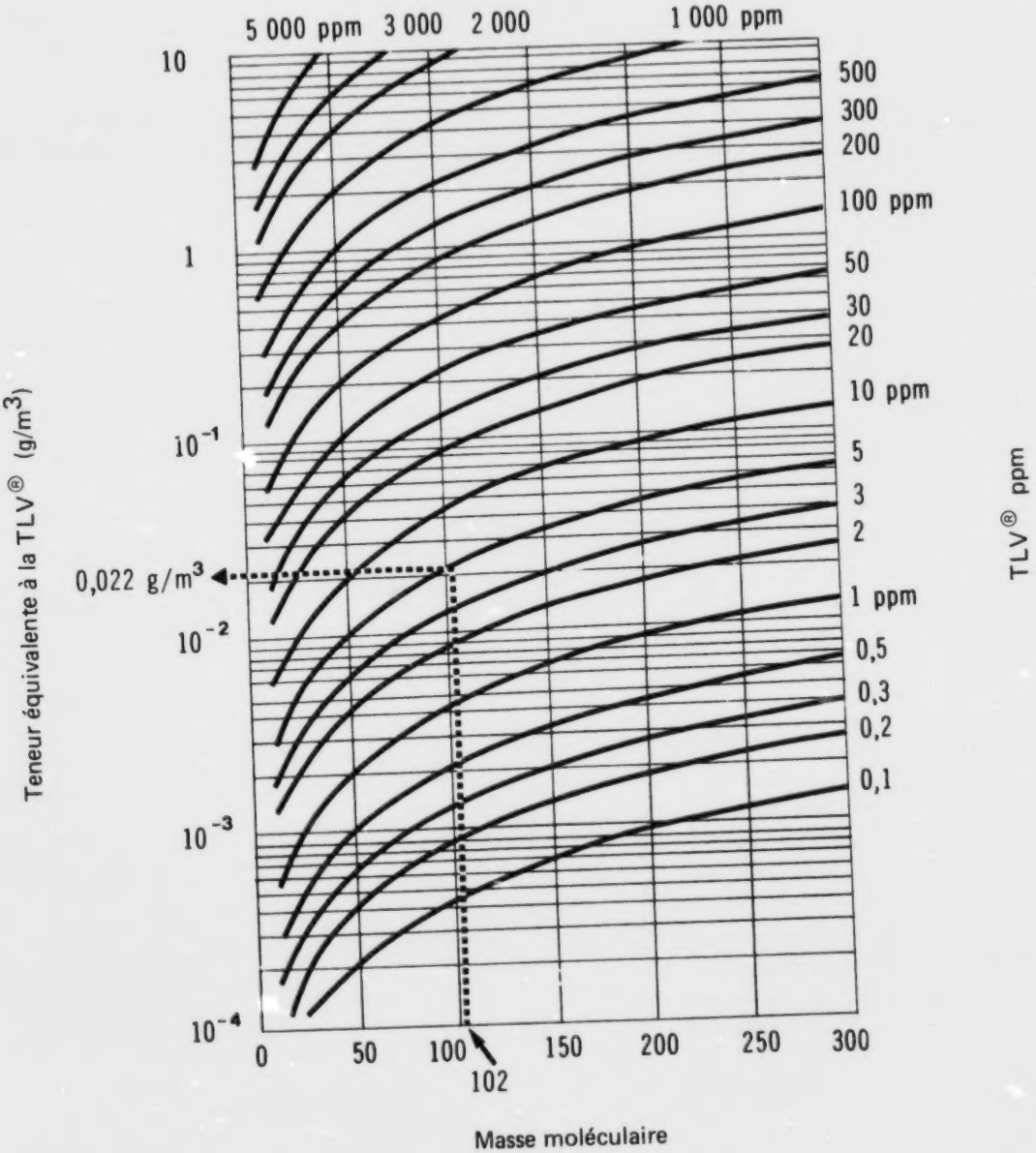
À partir de valeurs connues de q et u en fonction d'une catégorie météorologique donnée, calculer q/u. Choisissez la valeur q/u la plus proche fournie dans le tableau et la demi-largeur maximale correspondante en mètres. Si vous désirez une valeur intermédiaire, déterminez par interpolation les valeurs q/u et (L/2)max. (voir également l'exemple qui accompagne le tableau 7).

5.3.2.4 **Distance parcourue par le panache. en fonction du temps écoulé.** – La figure 16 indique la distance (x) parcourue par le panache après un temps (*t*) de déplacement pour une

Figure 14

ANHYDRIDE ACÉTIQUE

CONVERSION DES UNITÉS DE LA TLV® (ppm converties en g/m^3)



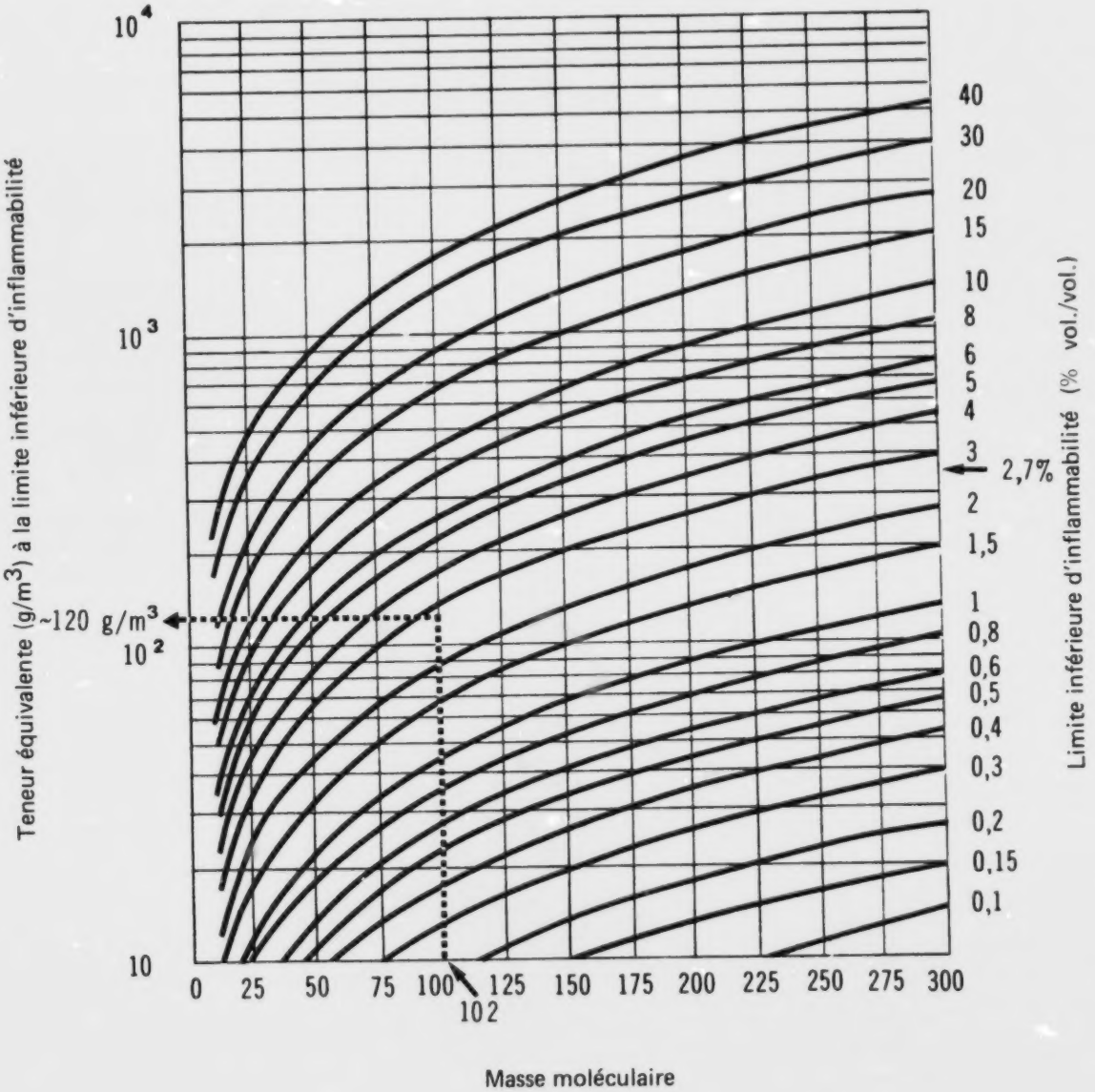
Exemple: Masse moléculaire de l'anhydride acétique = 102, TLV® = 5 ppm. La teneur équivalent en g/m^3 est donc de 0,022.

Note: Ces données valent pour une température de 25 °C et une pression atmosphérique de 760 mm de Hg.

Figure 15

ANHYDRIDE ACÉTIQUE

CONVERSION EN g/m^3 DU POURCENTAGE VOLUMIQUE DE LA LIMITE INFÉRIEURE D'INFLAMMABILITÉ



Exemple: Masse moléculaire de l'anhydride acétique = 102, L.I.I. = 2,7 %. La limite inférieure d'inflammabilité en g/m^3 est donc de 120.

Note: Ces données valent pour une température de 25 °C et une pression atmosphérique de 760 mm de Hg.

Figure 16

ANHYDRIDE ACÉTIQUE

DISTANCE PARCOURUE PAR LE PANACHE EN FONCTION DU TEMPS ÉCOULÉ

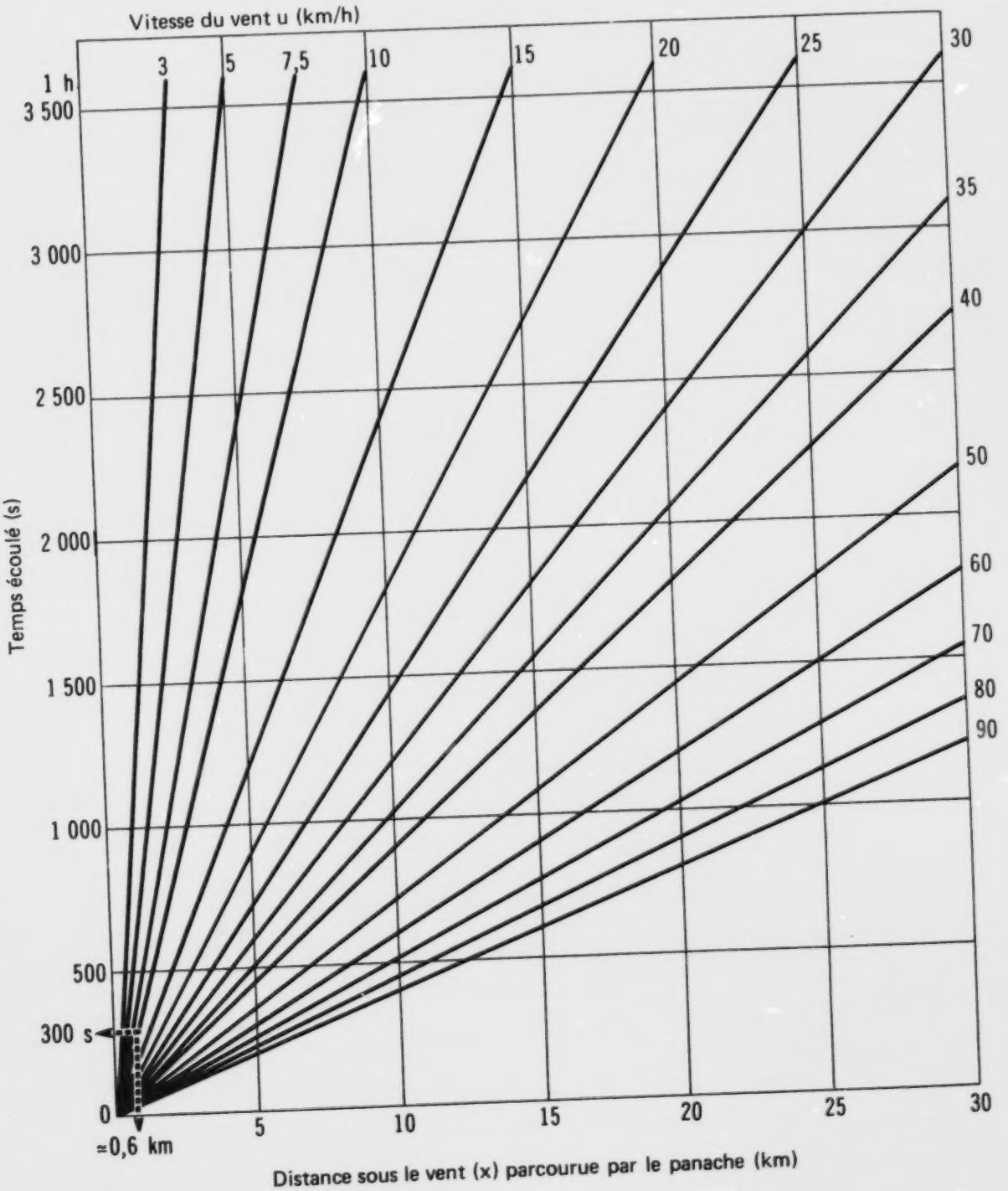


Tableau 7
Demi-largeur maximale du panache dangereux de vapeurs d'anhydride acétique (à 20 °C)

Catégorie météorologique D			Catégorie météorologique F		
q_t (tonnes)	(L/2)max. (m)		q_t (tonnes)	(L/2)max. (m)	
1 500 000	3 370	(99,5 km)*	130 000	1 415	(99,5 km)*
1 250 000	3 010		125 000	1 375	
1 000 000	2 625		100 000	1 165	
750 000	2 195		75 000	940	
500 000	1 710		50 000	695	
300 000	1 245		25 000	415	
250 000	1 110		20 000	350	
200 000	970		15 000	290	
150 000	810		10 000	225	
125 000	725		7 500	190	
100 000	630		5 000	145	
75 000	540		2 500	95	→ (L/2)max. = 95 m
50 000	425	q/u = 2 285 →	1 000	50	
25 000	285		500	35	
20 000	250		250	25	
15 000	210				
10 000	165				
5 000	110				
2 500	75				
1 000	45				
500	30				
250	20				

* Données valables pour une distance dangereuse maximale sous le vent de 100 km.

Exemple: Pour un débit d'émission q de 4,8 x 10^3 g/s, une vitesse du vent u de 2,1 m/s et des conditions de catégorie météorologique F, q/u = 2285 g/m, ce qui donne une demi-largeur maximale du panache dangereux (L/2)max. de 95 m.
Note: Les données du tableau ci-dessus ne valent que pour une teneur en anhydride acétique égale à 10 fois sa TLV®, c'est-à-dire 0,22 g/m^3.

vitesse de vent (u) donnée. Il s'agit de la représentation graphique de la relation $x_t = ut$ appliquée à un éventail de vitesses de vent courantes.

UTILISATION DU NOMOGRAMME

La vitesse du vent (u) et le temps (t) de déplacement du panache étant connus, la distance (x_t) parcourue du côté sous le vent peut être obtenue.

5.3.3 Exemple de calcul. – L'exemple donné ci-dessous illustre les étapes à suivre dans le calcul qui permet de déterminer la zone dangereuse du côté sous le vent à partir du lieu où se produit un déversement d'anhydride acétique liquide. L'utilisateur prendra note des limites des méthodes de calcul décrites dans le présent guide ou dans le Manuel d'introduction de la collection «Enviroguide». Les estimations ne valent que pour les conditions données. Il est souhaitable que l'utilisateur, dans un cas de déversement réel, se serve de données connues ou observables (par exemple, le rayon de la nappe).

DONNÉES DU PROBLÈME

Au cours de la nuit, vers 2 h 00, 20 tonnes d'anhydride acétique ont été déversées sur un sol plat. Il est maintenant 2 h 05 du matin. La température est de 20 °C et le vent souffle du nord-ouest à une vitesse de 7,5 km/h. Déterminez la zone dangereuse en raison de l'émission de vapeurs.

ÉTAPES DU CALCUL

Étape 1 La masse (*m*) de liquide déversé est de 20 tonnes.

Étape 2 Calculer le rayon (r) de la nappe pour un tel déversement. Pour ce faire: Utiliser le rayon mesuré sur place si cela est possible. Sinon, en supposant que la nappe a une épaisseur de 2 mm,

Le rayon (r) = 120 m ÷ 1000 = 0,12 km.

Étape 3 Calculer le débit d'émission (q) pour une température (T) de 20 °C.

Selon la figure 12, r = 120 m et T = 20 °C; donc q = $4{,}8 \times 10^3$ g/s.

Étape 4 Déterminer la vitesse du vent u et sa direction *D*. Utiliser l'information accessible sur les conditions météorologiques, de préférence à partir d'observations faites sur le terrain. Dans le cas présent:

u = 7,5 km/h, alors u = 7,5 ÷ 3,6 = 2,1 m/s

D = N.-O. ou 315° (*D* = direction d'où souffle le vent).

Étape 5 Déterminer la catégorie météorologique. Le tableau 6 permet d'établir qu'il s'agit de la catégorie F, puisque u est inférieur à 11 km/h et que le déversement s'est produit au cours de la nuit.

Étape 6 Déterminer la teneur dangereuse limite T. Opter pour la moindre de 10 x TLV® et de la limite inférieure d'inflammabilité; donc, dans le cas de l'anhydride acétique, T = 0,22 g/m^3 (TLV® = 0,022 g/m^3, L.I.I. = 120 g/m^3).

Étape 7 Calculer Tu/q.

$$Tu/q = \frac{0{,}22 \times 2{,}1}{4{,}8 \times 10^3} = 9{,}6 \times 10^{-5}\ m^{-2}$$

Étape 8 Calculer la distance maximale dangereuse sous le vent (x_p) à partir du point source théorique. Voir figure 13. Pour une catégorie météorologique F

si Tu/q = $9{,}6 \times 10^{-5}$ m^{-2}, x_p = environ 3,8 km

Étape 9 Calculer la distance dangereuse maximale du côté sous le vent à partir de l'aire source (x_a).

Comme x_p = 3,8 km et r = 0,12 km,

alors $x_a = x_p - 10\ r$ = 3,8 km - 10(0,12 km) = 2,6 km

Étape 10 Calculer la demi-largeur maximale du panache dangereux. Se servir du tableau 7.

Comme q = $4{,}8 \times 10^3$ g/s et u = 2,1 m/s

$$\text{alors } q/u = \frac{4{,}8 \times 10^3}{2{,}1} = 2285\ g/n.$$

pour la catégorie météorologique F, la valeur de q/u la plus proche est donc de 2500 g/m, ce qui donne une demi-largeur maximale (L/2)max. d'environ 95 m.

Étape 11 Déterminer le temps (*t*) écoulé depuis le début du déversement

t = 5 mn x 60 = 300 s

Étape 12 Calculer la distance sous le vent parcourue par le panache depuis le début du déversement (x_t).

Se servir de la figure 16 avec t = 300 s et u = 7,5 km/h; alors x_t = 0,6 km (plus précisément: ut = 2,1 m/s x 300 s = 630 m = 0,63 km).

Étape 13 Délimiter la zone dangereuse.

Cela se fait en traçant une aire rectangulaire dont deux côtés mesurent deux fois la demi-largeur maximale du panache dangereux (95 m), alors que deux autres côtés mesurent chacun l'équivalent de la distance maximale dangereuse sous le vent à partir de l'air source, soit 2,6 km, et sont orientés dans la direction du vent (voir figure 17).

Si le vent ne fluctue que de 20° (315° ± 10°), le schéma de la zone dangereuse correspond à la figure 18.

Note: Au cours des 5 premières minutes d'un déversement, le panache franchit seulement 0,63 km. Sous un vent de 7,5 km/h, il s'écoulerait encore 16 minutes avant que le panache ne franchisse la distance maximale dangereuse sous le vent, soit 2,6 km.

5.4 Comportement dans l'eau

5.4.1 Introduction. – Lorsque l'anhydride acétique est déversé dans l'eau, il coule et réagit lentement, avec production d'acide acétique. La réaction est exothermique. Il y a mélange et le produit déversé se dilue. En général, le phénomène de mélange peut être décrit par les équations classiques de diffusion, comportant un ou plusieurs coefficients de diffusion. Dans les cours d'eau, le mélange est surtout le résultat d'un écoulement turbulent, alors que dans un plan d'eau, il s'effectue par diffusion moléculaire. Pour évaluer la teneur en polluant de l'eau d'un cours d'eau en aval d'un lieu de déversement, les auteurs ont utilisé un modèle de diffusion turbulente. Ce modèle s'applique aux liquides miscibles dans l'eau, de densité équivalente à celle de l'eau, et aux solides qui se dissolvent dans l'eau. Comme la densité relative de l'anhydride acétique est légèrement supérieure à celle de l'eau, la teneur maximale devrait initialement être observée près du fond.

Le modèle utilisé est unidimensionnel; il établit un canal rectangulaire théorique et suppose une teneur uniforme en polluant dans le périmètre mouillé de toute la section. En pratique, une telle uniformité n'est possible qu'en des points situés assez loin en aval du lieu de déversement, là où les mécanismes de mélange et de dilution ont joué suffisamment pour produire une répartition égale du polluant à travers le canal. Le modèle s'applique aux cours d'eau dont le rapport largeur/profondeur est inférieur à 100. Il postule également un coefficient de rugosité de Manning de 0,03. (Pour plus de détails au sujet de ce modèle, voir le Manuel d'introduction de la collection «Enviroguide».)

En ce qui a trait à la diffusion moléculaire dans un plan d'eau, aucun modèle n'a été élaboré. Les auteurs ont établi des nomogrammes permettant de délimiter la zone dangereuse et de calculer la teneur moyenne dans cette zone en fonction de la masse de liquide déversé, indépendamment du temps écoulé.

5.4.2 Nomogrammes de la diffusion du polluant dans l'eau. – Le lecteur trouvera ci-dessous la liste des nomogrammes servant à déterminer la teneur en polluant dans les cours d'eau non soumis aux marées et dans les plans d'eau.

A. – Cours d'eau non soumis aux marées

Figure 20 Distance en fonction du temps (pour une plage de vitesses moyennes d'écoulement)

Figure 21 Rayon hydraulique en fonction de la largeur du canal (pour une plage de profondeurs du canal [profondeur d'eau])

Figure 17

ANHYDRIDE ACÉTIQUE

ZONE DANGEREUSE MAXIMALE SOUS UN VENT INVARIABLE
EXEMPLE DE PROBLÈME

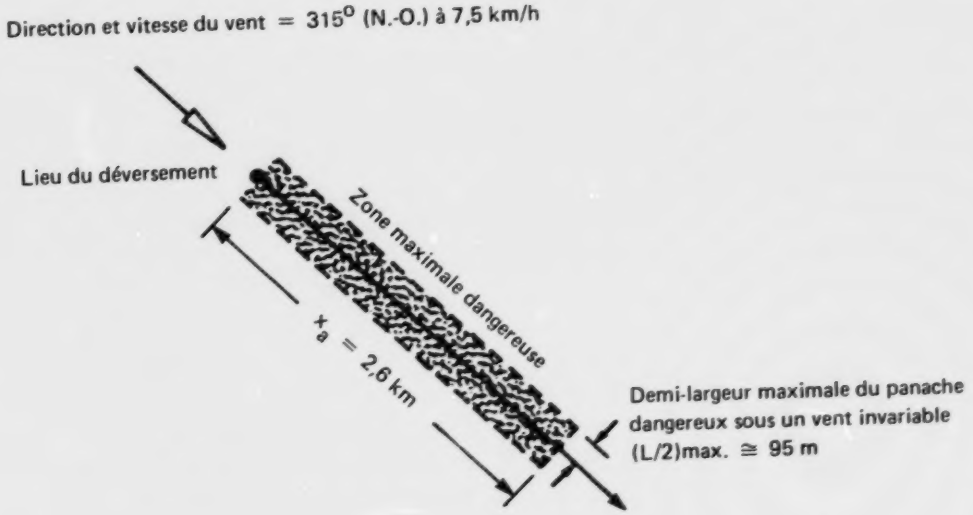


Figure 18

ANHYDRIDE ACÉTIQUE

ZONE DANGEREUSE MAXIMALE SOUS UN VENT VARIABLE
EXEMPLE DE PROBLÈME

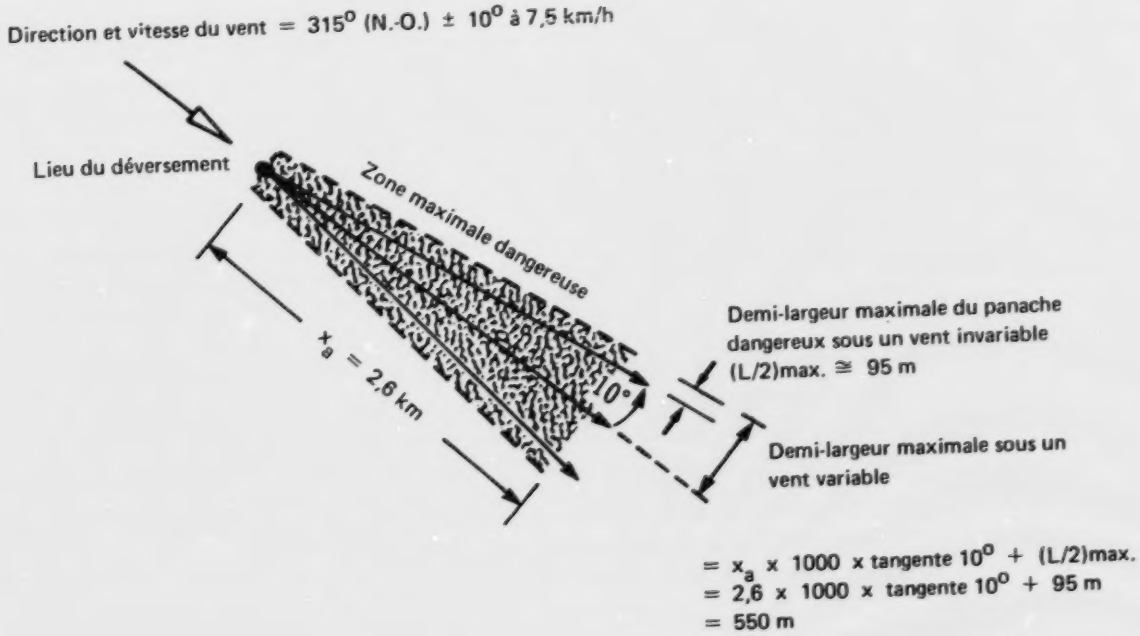


Figure 22 Coefficient de diffusion turbulente en fonction du rayon hydraulique (pour une plage de vitesses moyennes d'écoulement)

Figure 23 Alpha* en fonction du coefficient de diffusion turbulente (pour différentes valeurs de temps écoulé)

Figure 24 Delta* en fonction de alpha (pour une plage de masses de liquide déversées)

Figure 25 Teneur maximale en fonction de delta (pour une plage de sections mouillées de différentes surfaces)

B. – Lacs ou plans d'eau

Figure 26 Volume d'eau en fonction du rayon hydraulique de la zone dangereuse (pour une plage de profondeurs)

Figure 27 Teneur moyenne en fonction du volume d'eau de la zone dangereuse (pour une plage de masses déversées)

La figure 19 présente les étapes à suivre pour évaluer la teneur en un point en aval après un déversement et indique les nomogrammes à utiliser; ces derniers sont expliqués dans les paragraphes qui suivent.

5.4.2.1 Diffusion dans les cours d'eau non soumis aux marées

Distance en fonction du temps (fig. 20). – La courbe montre les relations entre les vitesses moyennes de l'écoulement, le temps écoulé et la distance parcourue. Pour une vitesse moyenne d'écoulement donnée (V), le temps *t* que met le polluant pour atteindre un point situé à une distance x donnée en aval du lieu de déversement peut être obtenu rapidement à l'aide de cette figure.

Rayon hydraulique en fonction de la largeur du canal (fig. 21). – Le modèle choisi pour évaluer la teneur en polluant en aval du lieu de déversement est basé sur un canal rectangulaire théorique de largeur L, ayant une hauteur d'eau h.

Le rayon hydraulique r du canal doit être connu pour calculer le coefficient de diffusion turbulente E. Il correspond au rapport de la surface de la section mouillée s (ou section de l'écoulement) et du périmètre mouillé B. La figure 21 permet de déterminer le rayon hydraulique r d'un canal à partir de la largeur et de la hauteur d'eau de sa section mouillée idéale.

Coefficient de diffusion turbulente en fonction du rayon hydraulique (fig. 22). – Les données connues sur le rayon hydraulique r et sur la vitesse moyenne d'écoulement V permettent de déterminer le coefficient de diffusion turbulente E.

Alpha en fonction du coefficient de diffusion turbulente (fig. 23). – Le nomogramme permet d'obtenir le facteur de conversion (α); ce dernier est fonction du coefficient de diffusion turbulente E et du temps *t* requis pour atteindre un point situé en aval du lieu du déversement.

Delta en fonction de alpha (fig. 24). – Un second facteur de conversion, delta Δ, est requis pour évaluer la teneur en polluant en un point donné. Delta est fonction d'alpha et de la masse de liquide déversé.

Teneur maximale en fonction de delta. (fig. 25). – Il s'agit de la dernière étape dans la détermination de la teneur maximale en polluant T en un point situé en aval du lieu du déversement. En se servant du facteur delta et connaissant la surface de la section mouillée s, le lecteur

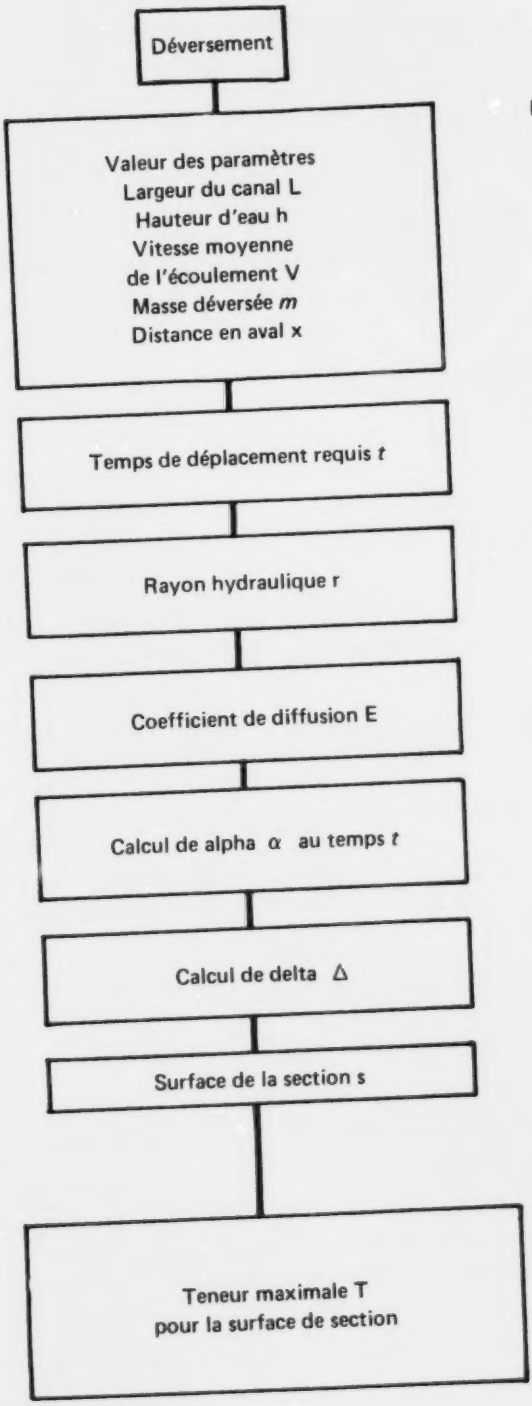
(suite à la p. 45)

* Alpha et delta ne sont que des facteurs de conversion: leur utilité est de faciliter le calcul des teneurs en aval du lieu de déversement.

Figure 19

ANHYDRIDE ACÉTIQUE

ÉTAPES À SUIVRE POUR CALCULER LA TENEUR EN POLLUANT DANS UN COURS D'EAU NON SOUMIS AUX MARÉES



Étape 1 — Par observation ou évaluation

L = _____ m
h = _____ m
V = _____ m/s
m = _____ tonnes
x = _____ m

Étape 2 — t = _____ mn (fig. 20)

Étape 3 — r = _____ m (fig. 21)

Étape 4 — E = _____ m^2/s (fig. 22)

Étape 5 — α = _____ (fig. 23)

Étape 6 — Δ = _____ (fig. 24)

Étape 7 — s = L x h = _____ m^2

Étape 8 — T = _____ ppm (fig. 25)

Figure 20

ANHYDRIDE ACÉTIQUE — **DISTANCE EN FONCTION DU TEMPS**

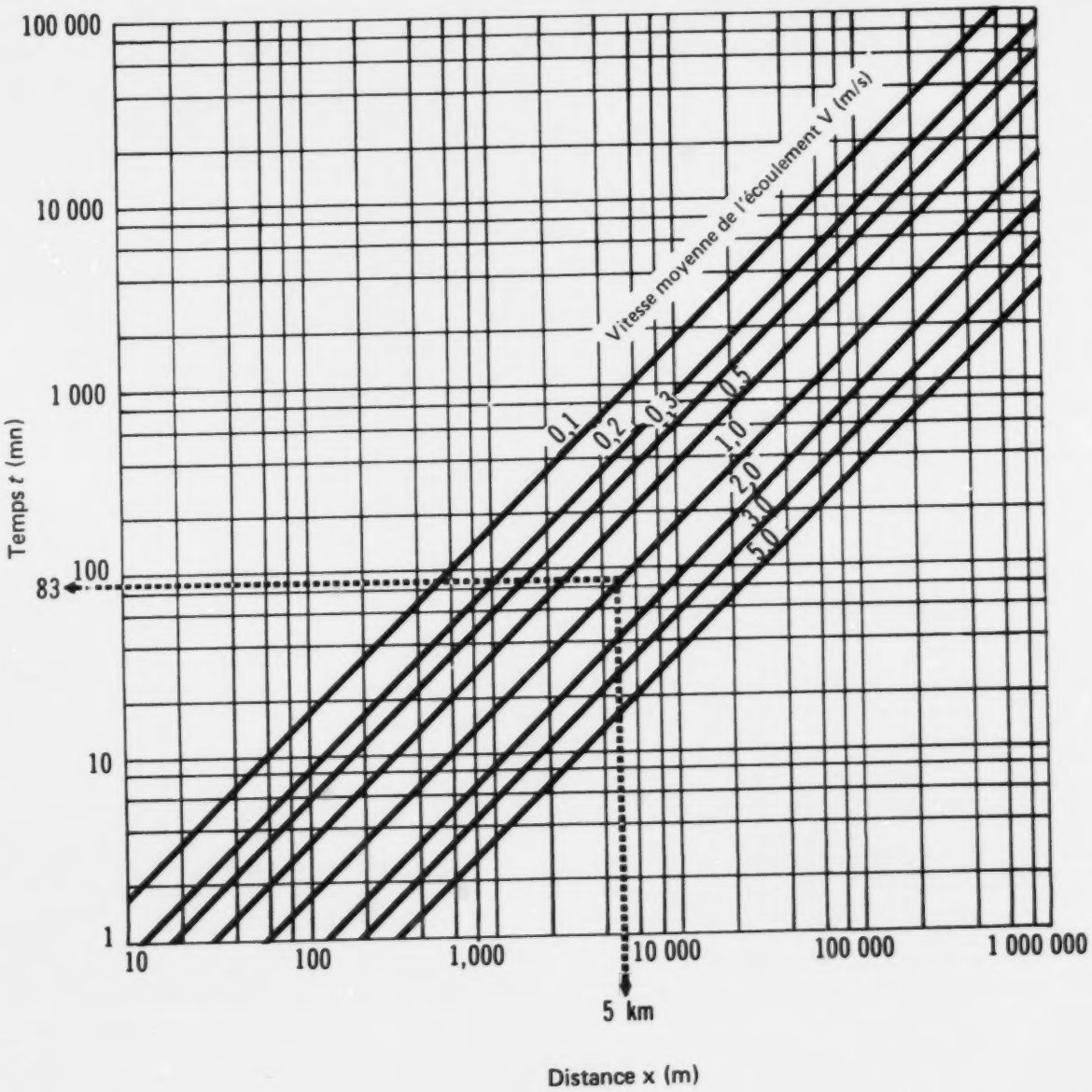


Figure 21

ANHYDRIDE ACÉTIQUE

RAYON HYDRAULIQUE EN FONCTION DE LA LARGEUR DU CANAL

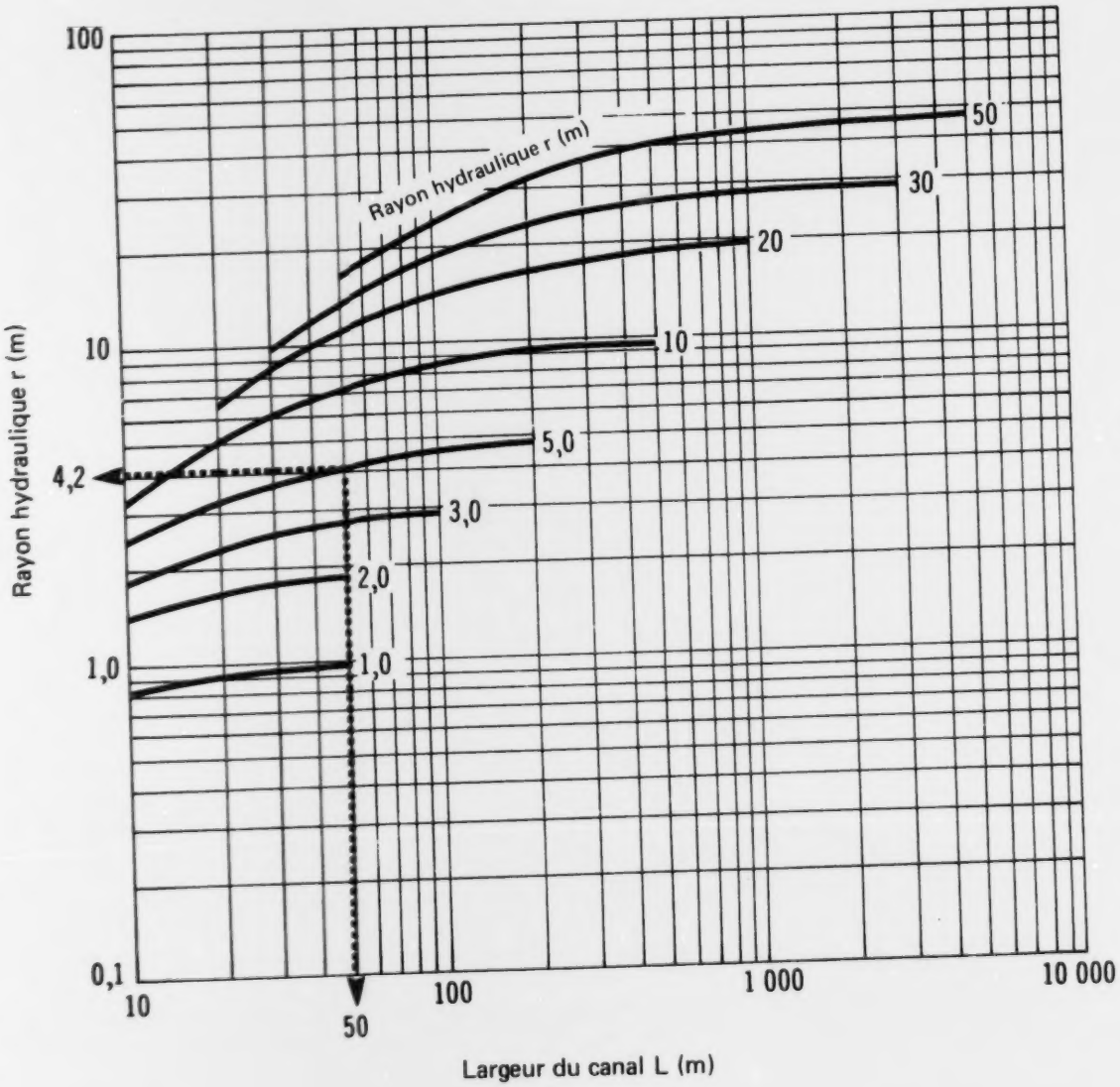


Figure 22

ANHYDRIDE ACÉTIQUE

COEFFICIENT DE DIFFUSION TURBULENTE EN FONCTION DU RAYON HYDRAULIQUE

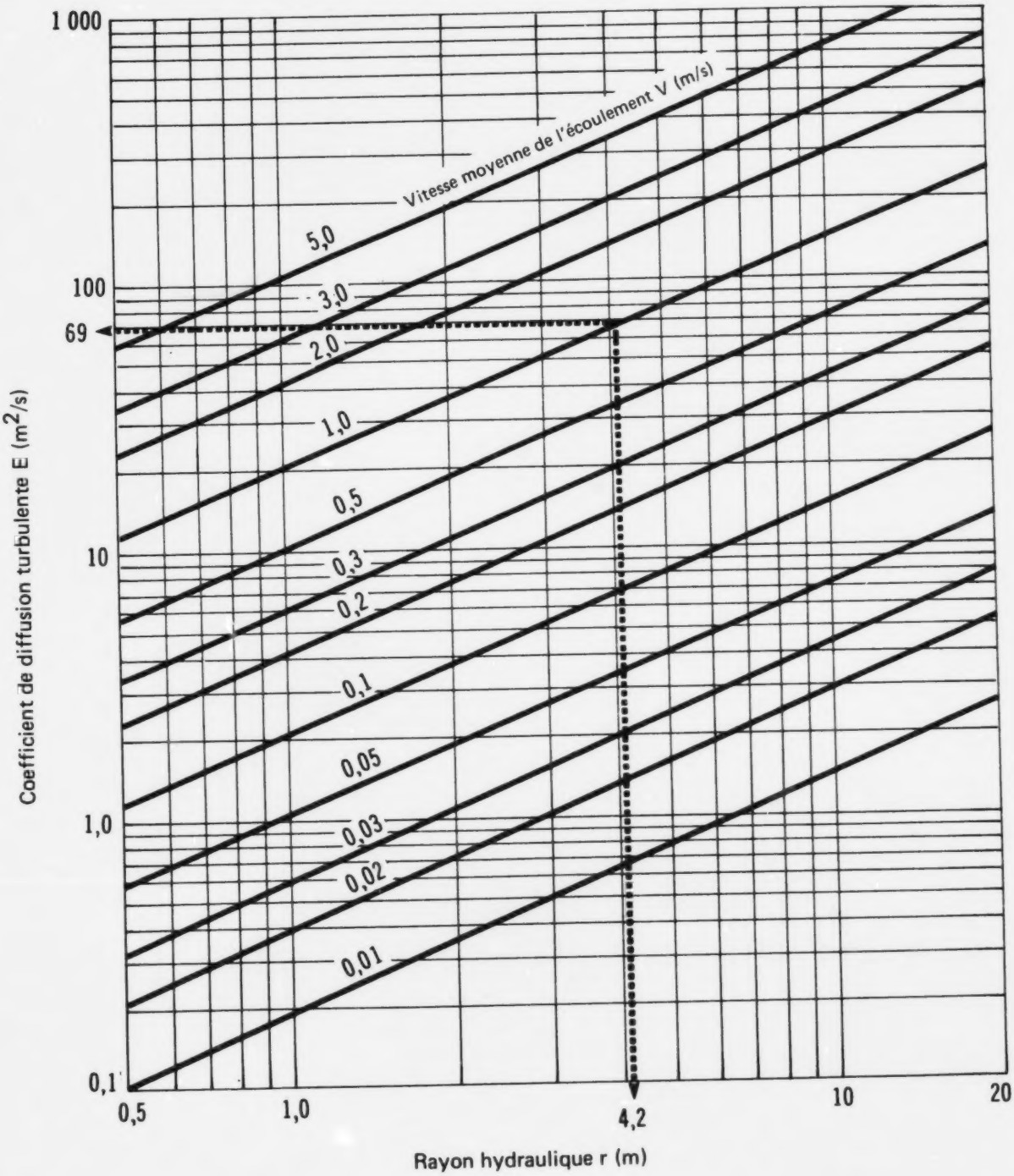


Figure 23

ALPHA

ANHYDRIDE ACÉTIQUE — EN FONCTION DU COEFFICIENT DE DIFFUSION TURBULENTE

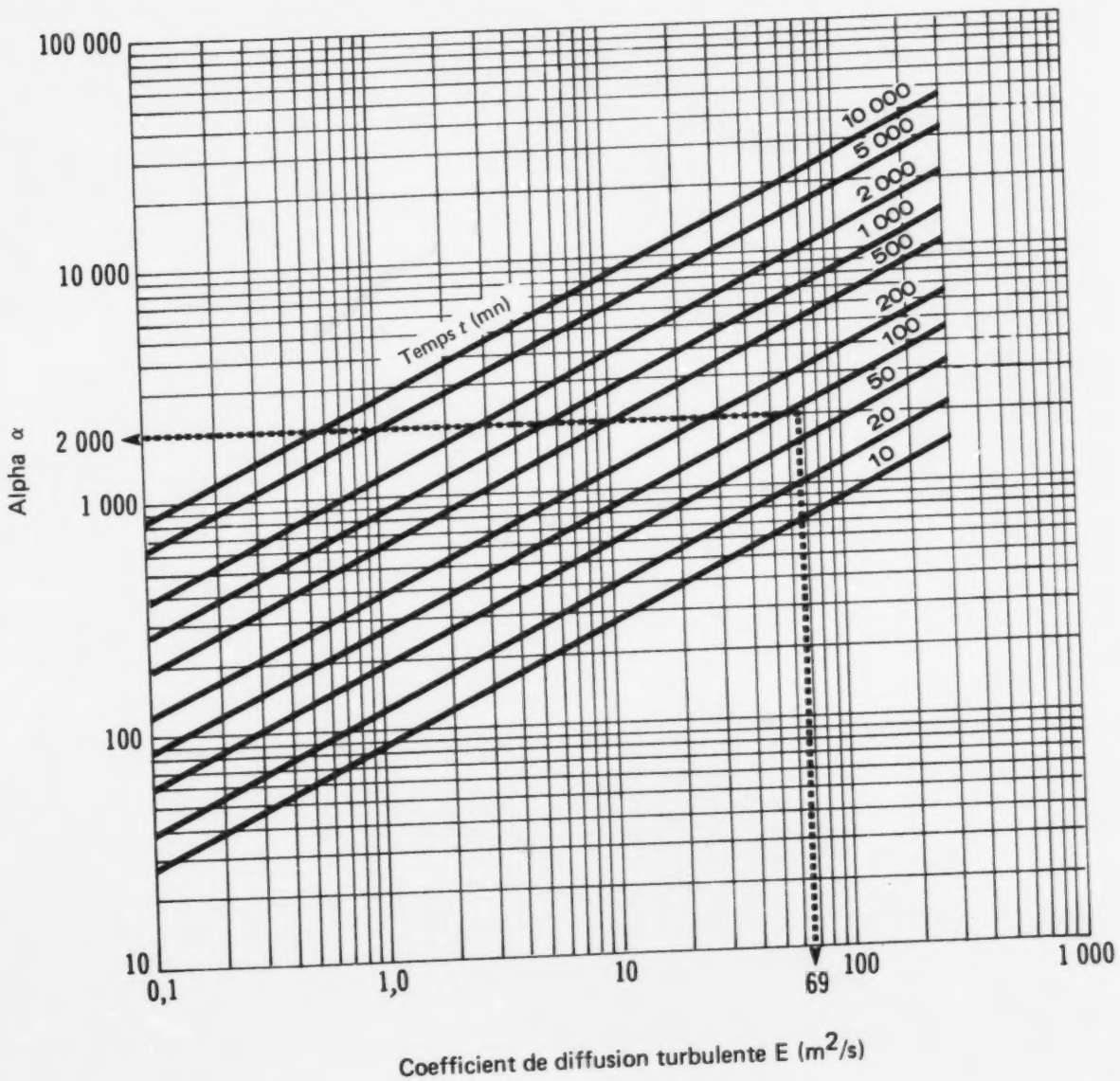


Figure 24

ANHYDRIDE ACÉTIQUE

DELTA
EN FONCTION DE ALPHA

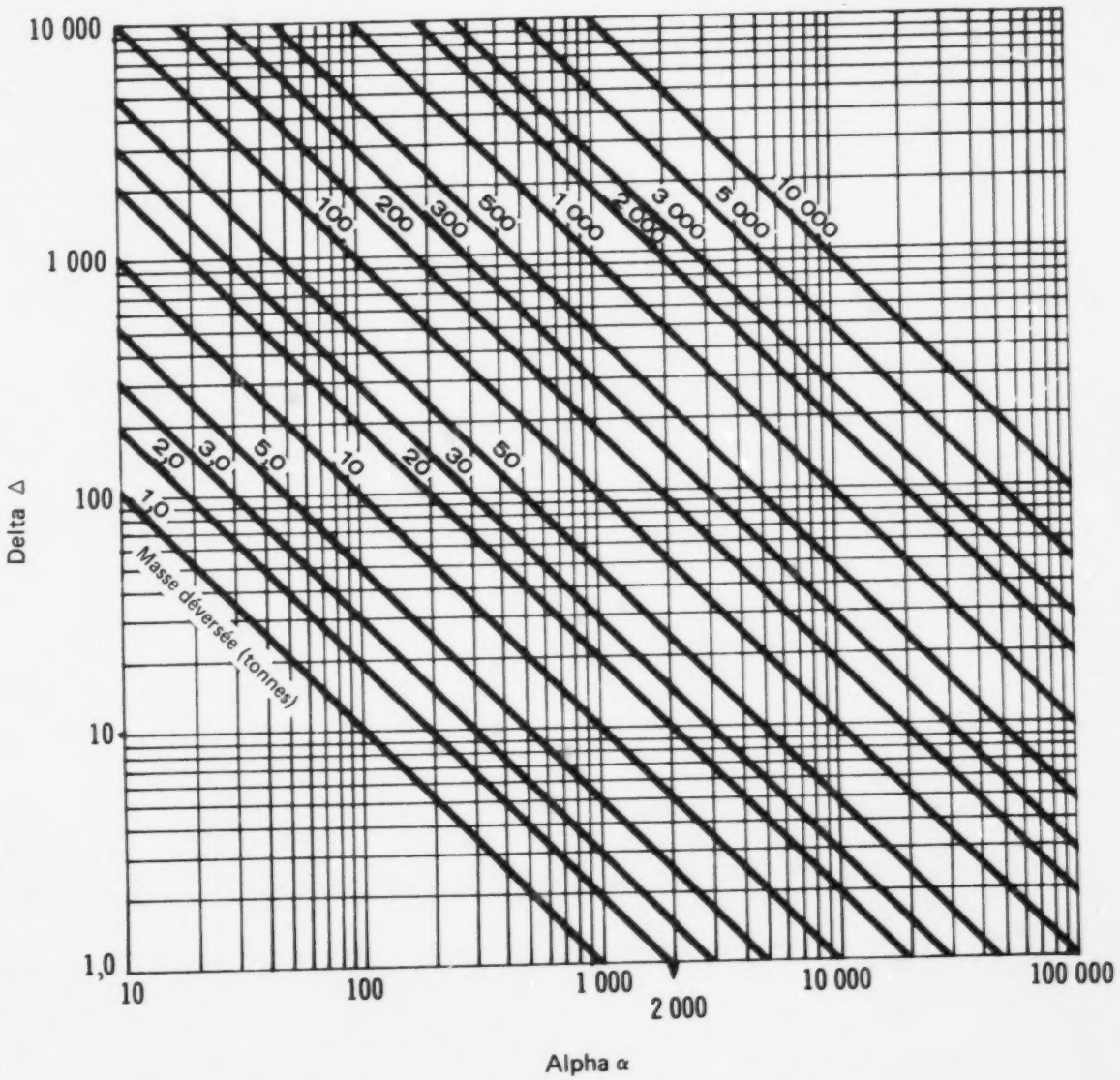


Figure 25

ANHYDRIDE ACÉTIQUE

TENEUR MAXIMALE EN FONCTION DE DELTA

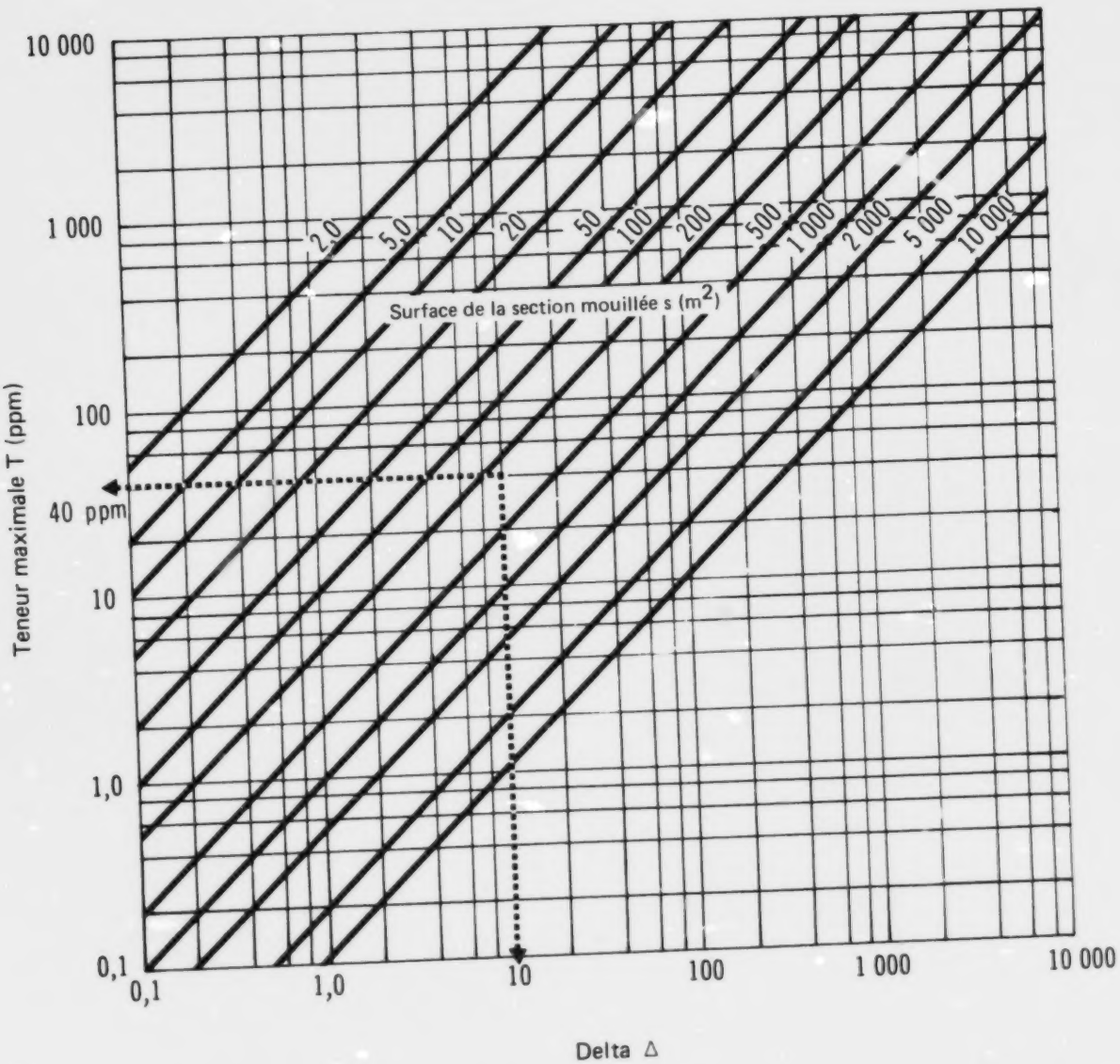


Figure 26

ANHYDRIDE ACÉTIQUE

VOLUME D'EAU EN FONCTION DU RAYON HYDRAULIQUE DE LA ZONE DANGEREUSE

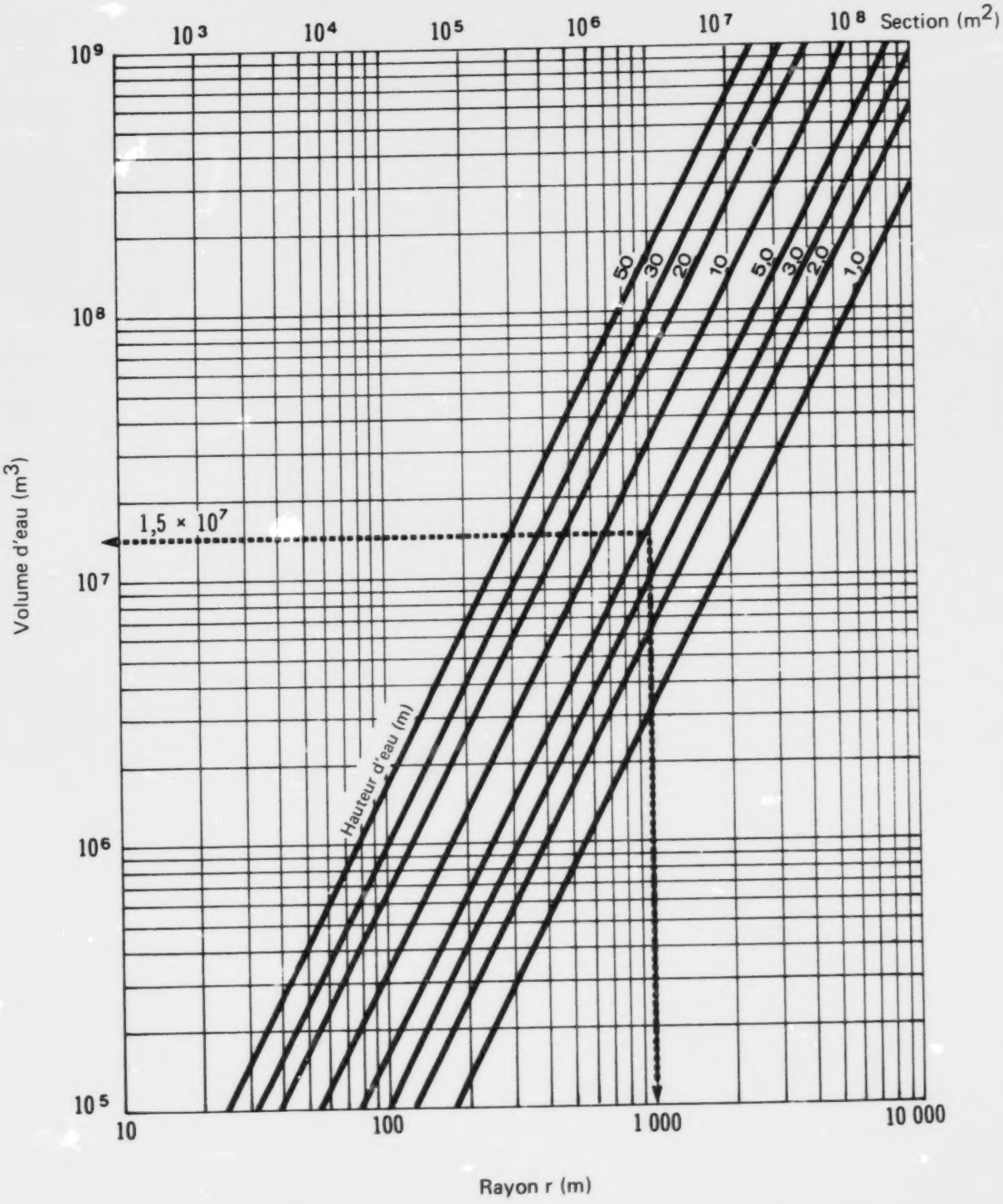
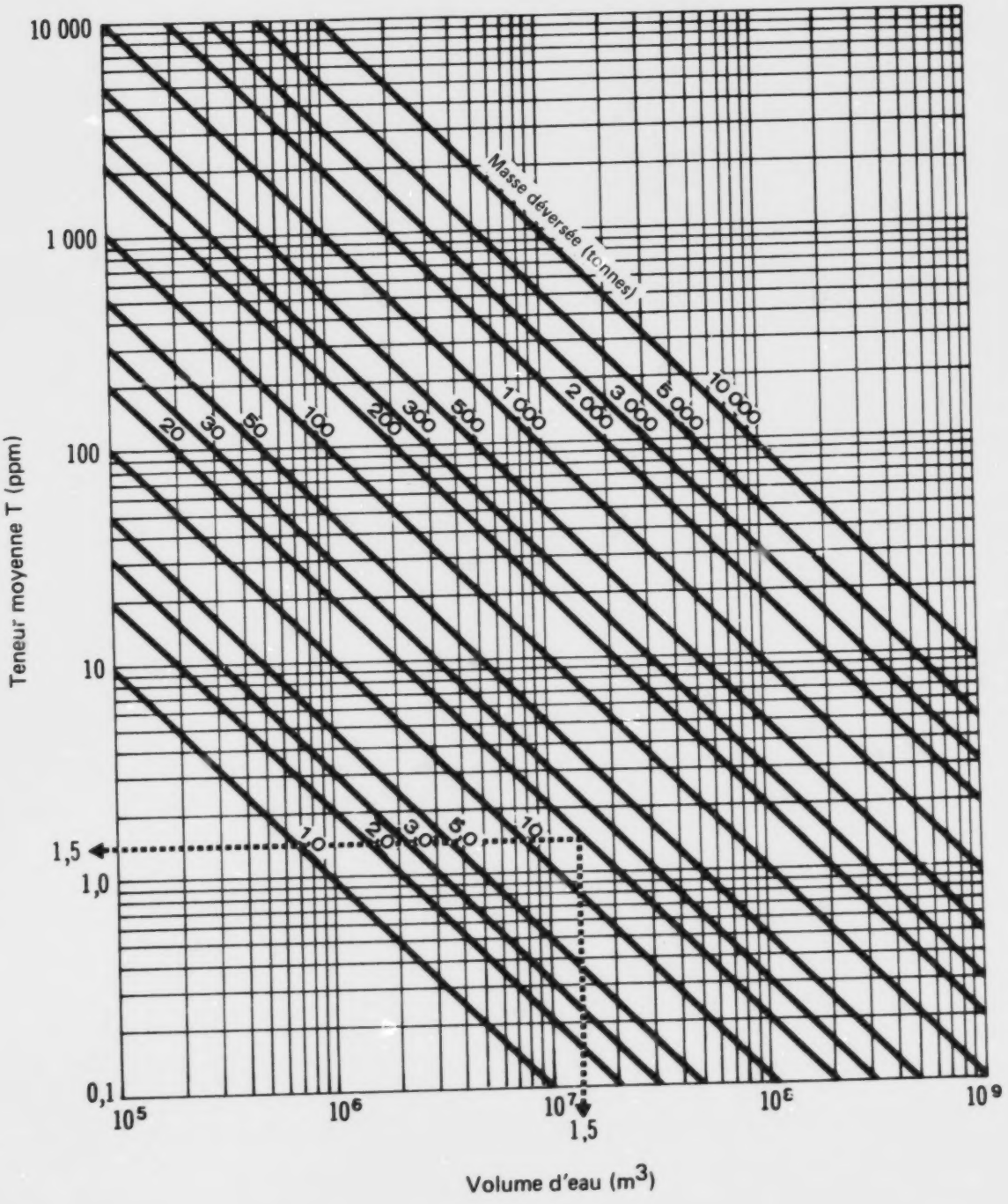


Figure 27

ANHYDRIDE ACÉTIQUE

TENEUR MOYENNE
EN FONCTION DU VOLUME D'EAU DE LA ZONE DANGEREUSE



trouve rapidement la teneur T. La valeur obtenue vaut pour les liquides miscibles dans l'eau, de densité équivalente à celle de l'eau, et pour les solides solubles dans l'eau; elle variera quelque peu dans le cas de polluants dont la densité relative est supérieure ou inférieure à celle de l'eau.

5.4.2.2 Diffusion dans les lacs au repos ou autres plans d'eau

Volume d'eau en fonction du rayon hydraulique de la zone dangereuse (fig. 26). – Le plan d'eau (ou étendue d'eau calme [ni vent, ni courant]) touché par le déversement d'un liquide miscible (dans l'eau) de densité équivalente à celle de l'eau est représenté par un cylindre théorique de rayon r et de longueur égale à la hauteur d'eau h à l'endroit où le déversement se produit. Le volume d'eau du cylindre peut être obtenu à l'aide de la figure 26. Le rayon r équivaut à la distance x entre le lieu de déversement et le point où la teneur est mesurée.

Teneur moyenne en fonction du volume d'eau de la zone dangereuse (fig. 27). – Pour un volume d'eau connu du cylindre théorique, le nomogramme permet d'établir une teneur moyenne en polluant T selon la masse de liquide déversé. On suppose que la diffusion du polluant est uniforme dans le cylindre. En pratique, dans le cas de substances dont la densité relative est supérieure ou inférieure à celle de l'eau, la teneur réelle près du fond sera plus forte ou plus faible.

5.4.3 Exemples de calcul

5.4.3.1 Teneur en polluant dans un cours d'eau non soumis aux marées

DONNÉES DU PROBLÈME

Vingt tonnes d'anhydride acétique ont été déversées dans un cours d'eau. La hauteur d'eau h est de 5 m et la largeur L, de 50 m. La vitesse moyenne d'écoulement est évaluée à 1 m/s. Quelle est la teneur maximale prévisible en un point situé à 5 km en aval, près d'une prise d'eau?

ÉTAPES DU CALCUL

Étape 1 Déterminer les paramètres.
L = 50 m; h = 5 m; V = 1 m/s; masse déversée = 20 tonnes; x = 5000 m.

Étape 2 Déterminer le temps requis pour que le polluant atteigne le point qui nous intéresse.
Utiliser la figure 20
Étant donné que x = 5000 et u = 1 m/s, t = 83 mn.

Étape 3 Déterminer le rayon hydraulique r.
Utiliser la figure 21
Comme L = 50 m et h = 5 m, r = 4,2 m.

Étape 4 Déterminer le coefficient de diffusion turbulente E.
Utiliser la figure 22
Comme r = 4,2 m et u = 1 m/s, E = 69 m^2/s

Étape 5 Déterminer alpha α .
Utiliser la figure 23
Comme E = 69 m^2/s et t = 83 mn, α = 2000

Étape 6 Déterminer delta Δ .
Utiliser la figure 24
Comme alpha α = 2000 et la masse déversée = 20 tonnes, delta Δ = 10.

Étape 7 Calculer la surface de la section mouillée s.
s = L x h = 50 x 5 = 250 m^2

Étape 8 Déterminer la teneur maximale T au point qui nous intéresse.
Utiliser la figure 25
Comme $\Delta = 10$ et $s = 250\ m^2$, $T = 40$ ppm

5.4.3.2 Teneur en polluant dans les lacs au repos ou autres plans d'eau

DONNÉES DU PROBLÈME

Vingt tonnes d'anhydride acétique ont été déversées dans un lac. Le point qui nous intéresse se trouve le long de la rive, à environ 1000 mètres du lieu de déversement. Entre ce lieu et le point qui nous intéresse, la hauteur d'eau moyenne est de 5 m. Quelle est la teneur moyenne prévisible à ce point?

Étape 1 Déterminer les paramètres.
$h = 5$ m; $r = 1000$ m; masse déversée = 20 tonnes.

Étape 2 Déterminer le volume d'eau assurant la diffusion.
Utiliser la figure 26
Comme $r = 1000$ m et $h = 5$ m, le volume = $1{,}5 \times 10^7\ m^3$ environ.

Étape 3 Déterminer la teneur moyenne.
Utiliser la figure 27
Comme vol. = $1{,}5 \times 10^7\ m^3$ et la masse déversée = 20 tonnes, la teneur moyenne est de 1,5 ppm.

5.5 Comportement dans le sol de surface et dans le sous-sol

5.5.1 Introduction. – Les principes de la migration des polluants dans le sol et leur application à l'anhydride acétique sont présentés dans le Manuel d'introduction Enviroguide. Certains aspects du déversement d'anhydride acétique sur le sol et de sa migration dans les couches souterraines sont présentés ci-après.

L'anhydride acétique est transporté à l'état liquide, pur ou dilué à 78 p. 100 en poids. Lorsqu'il est déversé sur le sol, il s'infiltre rapidement jusqu'à la nappe phréatique.

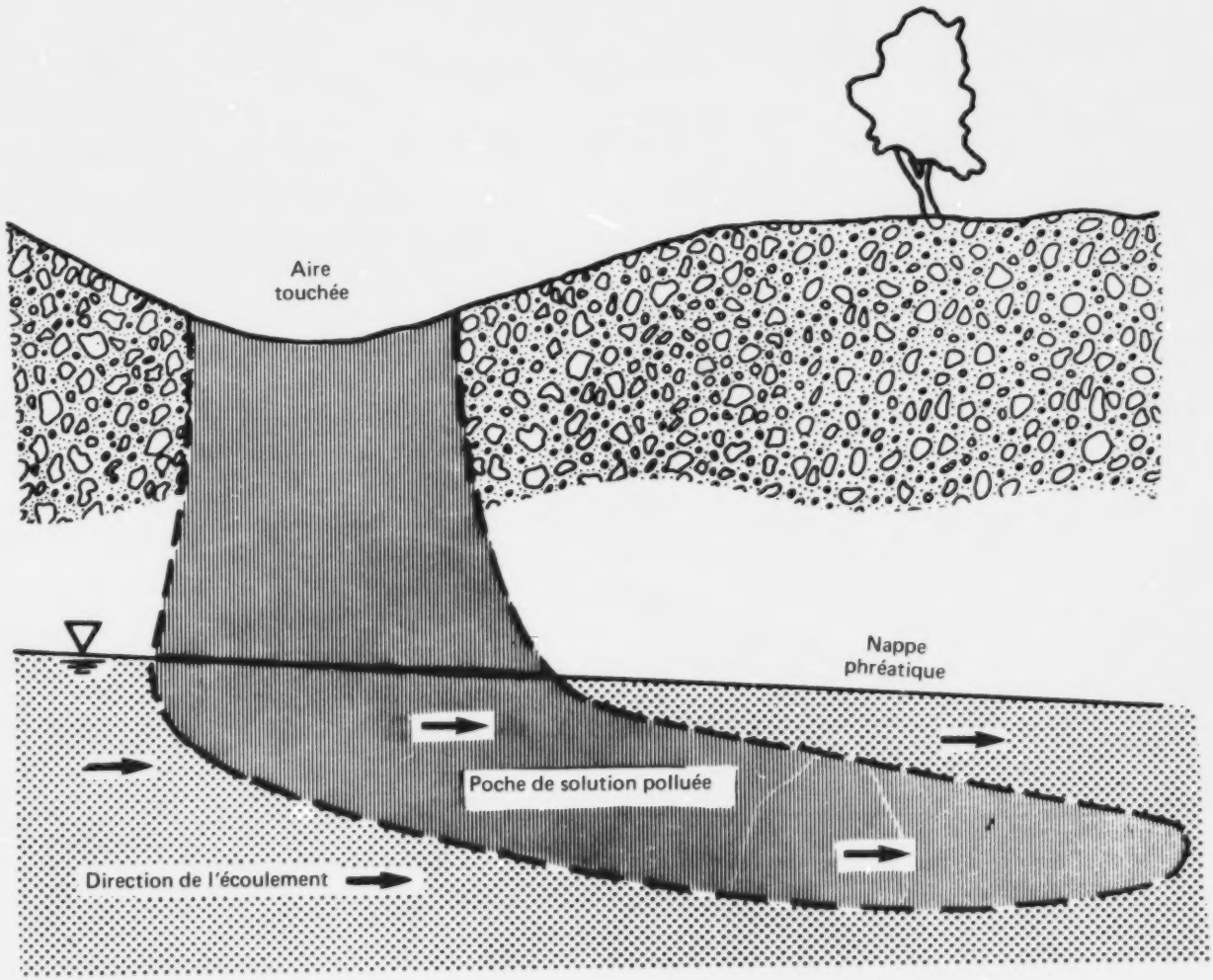
L'anhydride acétique réagit avec l'eau pour produire de l'acide acétique. Cette réaction est fortement exothermique. S'il pleut lors du déversement ou avant que le site soit nettoyé ou que l'on utilise de l'eau pour le nettoyage, une telle réaction peut se produire. D'un autre côté, l'eau permet de diluer le produit chimique.

Si le sol de surface est saturé d'eau au moment où se produit le déversement, comme cela peut être le cas à la suite de précipitations, le produit déversé ruissellera ou formera une mare. Dans le cas qui nous concerne, les auteurs ont attribué au sol une capacité normale d'humidité, dite capacité au champ (quantité d'eau maximale que le sol peut contenir après que l'excédent en eau soit drainé). Le sol recèle alors très peu d'eau interstitielle susceptible de diluer le produit au cours de sa migration ou de freiner son mouvement descendant, situation qui correspond au pire scénario.

Au cours de sa migration, l'anhydride acétique peut réagir avec certains des matériaux constitutifs du sol par absorption et échange ionique, mais une proportion considérable du produit atteindra la nappe phréatique. La présente section ne tient compte d'aucun facteur de retardement. Arrivé à la nappe phréatique, le polluant poursuit sa migration dans le sens de l'écoulement des eaux souterraines. Il formera une poche de solution polluée dont la teneur sera en quelque sorte diminuée par les phénomènes de diffusion et de dispersion (voir la figure 28).

Figure 28

ANHYDRIDE ACÉTIQUE — **MIGRATION DANS LE SOUS-SOL**



Sol: sable grossier non saturé.
Porosité = 0,35; Perméabilité intrinsèque = 10^{-9} m^2; Capacité au champ = 0,075.

5.5.2 Migration de l'anhydride acétique dans un sol à capacité au champ. – Les équations et les postulats utilisés pour déterminer la migration du polluant dans la zone non saturée, jusqu'à la nappe phréatique, sont présentés dans le Manuel d'introduction de la collection «Enviroguide». Les vitesses de migration font intervenir la loi de Darcy, en posant comme hypothèse la formation d'une colonne saturée en solution polluée, par suite d'un écoulement en bloc (ou écoulement piston).

5.5.3 Coefficient de perméabilité d'un sol saturé vis-à-vis du polluant. – Le coefficient de perméabilité K_0 (ou conductivité hydraulique) mesure la perméabilité d'un sol saturé donné vis-à-vis d'un fluide donné. K_0, qui s'exprime en m/s, est donné par la formule suivante:

$$K_0 = \frac{(\rho g)k}{\mu}$$

où k = perméabilité intrinsèque du sol (m^2)
ρ = masse volumique du fluide (kg/m^3)
μ = viscosité absolue du fluide (Pa . s)
g = accélération de la pesanteur = 9,81 m/s^2

Dans le cas présent, les fluides possibles sont l'anhydride acétique pur, l'anhydride acétique à 10 pour cent en poids, et l'eau. Les valeurs établies pour l'eau correspondent au point extrême de dilution. Les propriétés pertinentes de l'anhydride acétique sont données ci-dessous:

	Anhydride acétique				
	Pur		Solution à 10 % en poids		Eau
Propriété	20 °C	4 °C	20 °C	4 °C	20 °C
Masse volumique (ρ), kg/m^3	1078	1104	1006	1010	1000
Viscosité absolue (μ) Pa . s	$0,96 \times 10^3$	$1,17 \times 10^3$	$0,99 \times 10^3$	$1,53 \times 10^3$	$1,0 \times 10^3$
Coefficient de perméabilité en sol saturé (K_0), m/s	$(1,2 \times 10^7)k$	$(0,93 \times 10^7)k$	$(1,0 \times 10^7)k$	$(0,65 \times 10^7)k$	$(0,98 \times 10^7)k$

5.5.4 Types de sol. – Le Manuel d'introduction de la collection «Enviroguide» décrit les trois types de sol retenus pour les besoins de la présente section. Le tableau ci-dessous indique les propriétés qui nous intéressent.

	Types de sol		
Propriété	Sable grossier	Sable limoneux	Till argileux
Porosité (m^3/m^3)	0,35	0,45	0,55
Perméabilité intrinsèque (m^2)	10^{-9}	10^{-12}	10^{-15}
Capacité au champ (m^3/m^3)	0,075	0,3	0,45

5.5.5 Nomogrammes de la migration. – Un nomogramme de la migration de l'anhydride acétique dans la zone non saturée (au-dessus de la surface de saturation) a été préparé pour chaque type de sol mentionné. La hauteur de migration, c.-à-d. la profondeur atteinte par le polluant, est donnée en fonction du temps de migration. Vu les méthodes utilisées et les hypothèses posées, la profondeur atteinte par le fluide après un temps donné doit être considérée comme maximale. Le lecteur trouvera à la figure 29 le plan d'utilisation des nomogrammes présentés aux figures 30, 31 et 32. La droite représentant la profondeur atteinte par l'eau correspond à la hauteur (ou profondeur) maximale d'infiltration de l'eau à une température de 20 °C, pour un temps donné. Elle correspond à une condition limite étant donné que l'anhydride acétique est dilué au contact de l'eau.

5.5.6 Exemple de calcul. – Vingt tonnes d'anhydride acétique ont été déversées sur un sol constitué de sable grossier. Le rayon de l'aire polluée est de 8,6 m et la température, de 20 °C. Calculer la profondeur atteinte par le polluant 12 minutes après le déversement.

Étape 1 Déterminer la valeur des paramètres

Masse de liquide déversé = 20 000 kg (20 tonnes)
Température = 20 °C
Rayon = 8,6 m
Type de sol = sable grossier
Profondeur de la surface de saturation = 13 m
Temps écoulé depuis le moment du déversement = 12 mn

Étape 2 Calculer la surface de sol polluée

Surface = πr^2 = 232 m^2

Étape 3 Évaluer la profondeur atteinte par le polluant après le temps donné.

Dans le cas du sable grossier, après 12 minutes, la profondeur est de 8,8 m.
Le polluant n'a donc pas encore atteint la nappe phréatique.

Figure 29

ANHYDRIDE ACÉTIQUE — **PLAN D'UTILISATION DES NOMOGRAMMES**

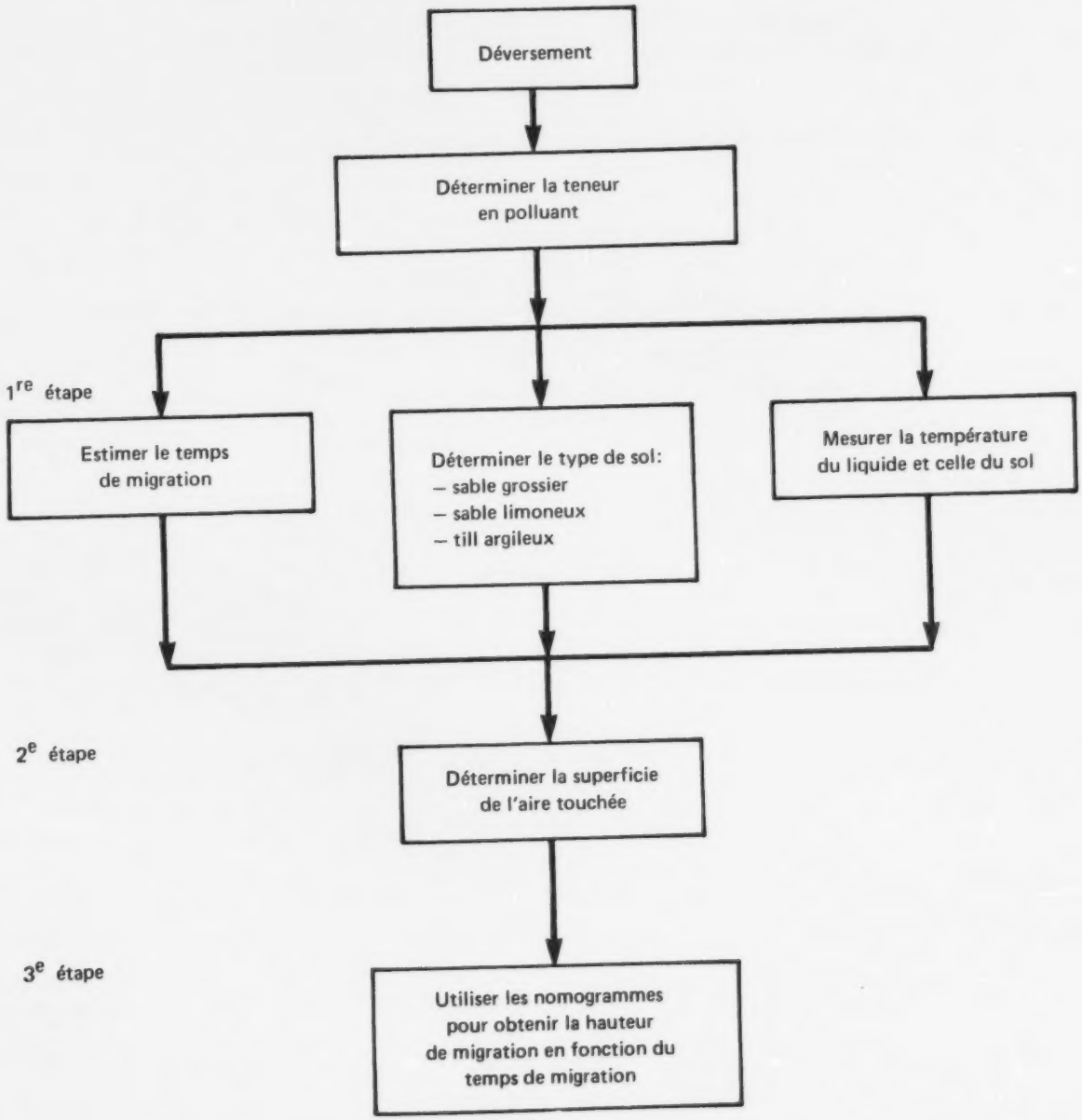


Figure 30

ANHYDRIDE ACÉTIQUE

MIGRATION DANS DU SABLE GROSSIER

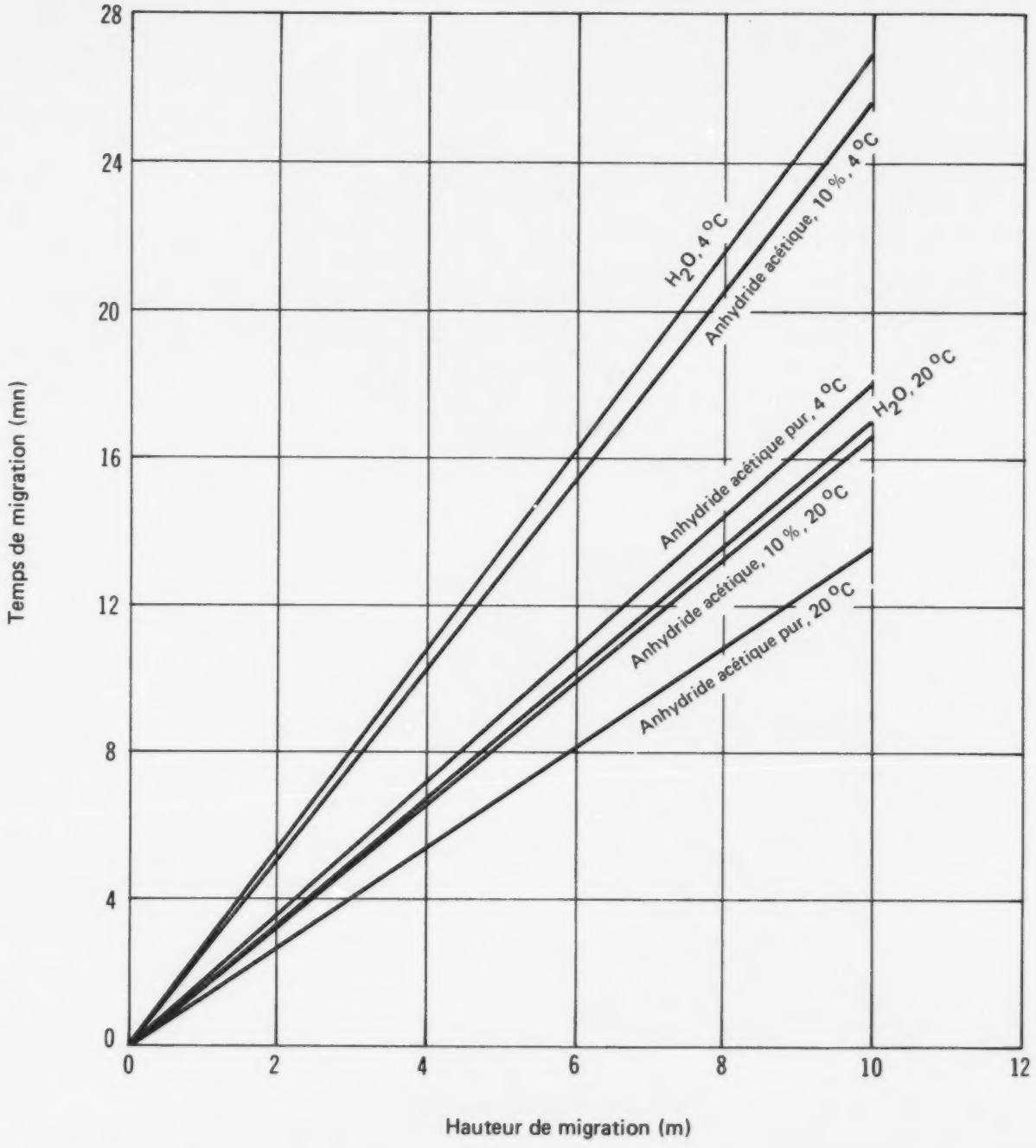


Figure 31

ANHYDRIDE ACÉTIQUE — MIGRATION DANS DU SABLE LIMONEUX

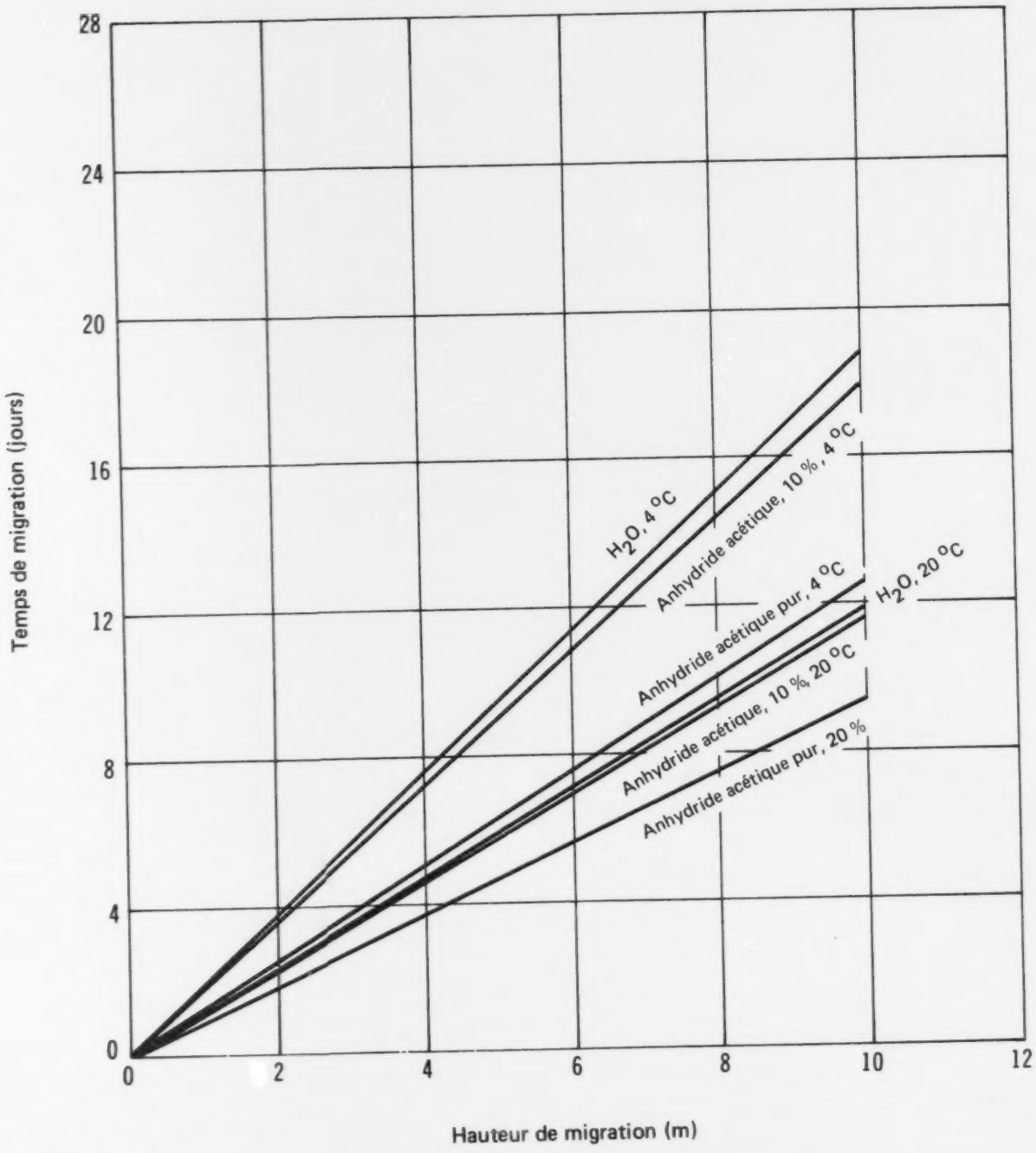
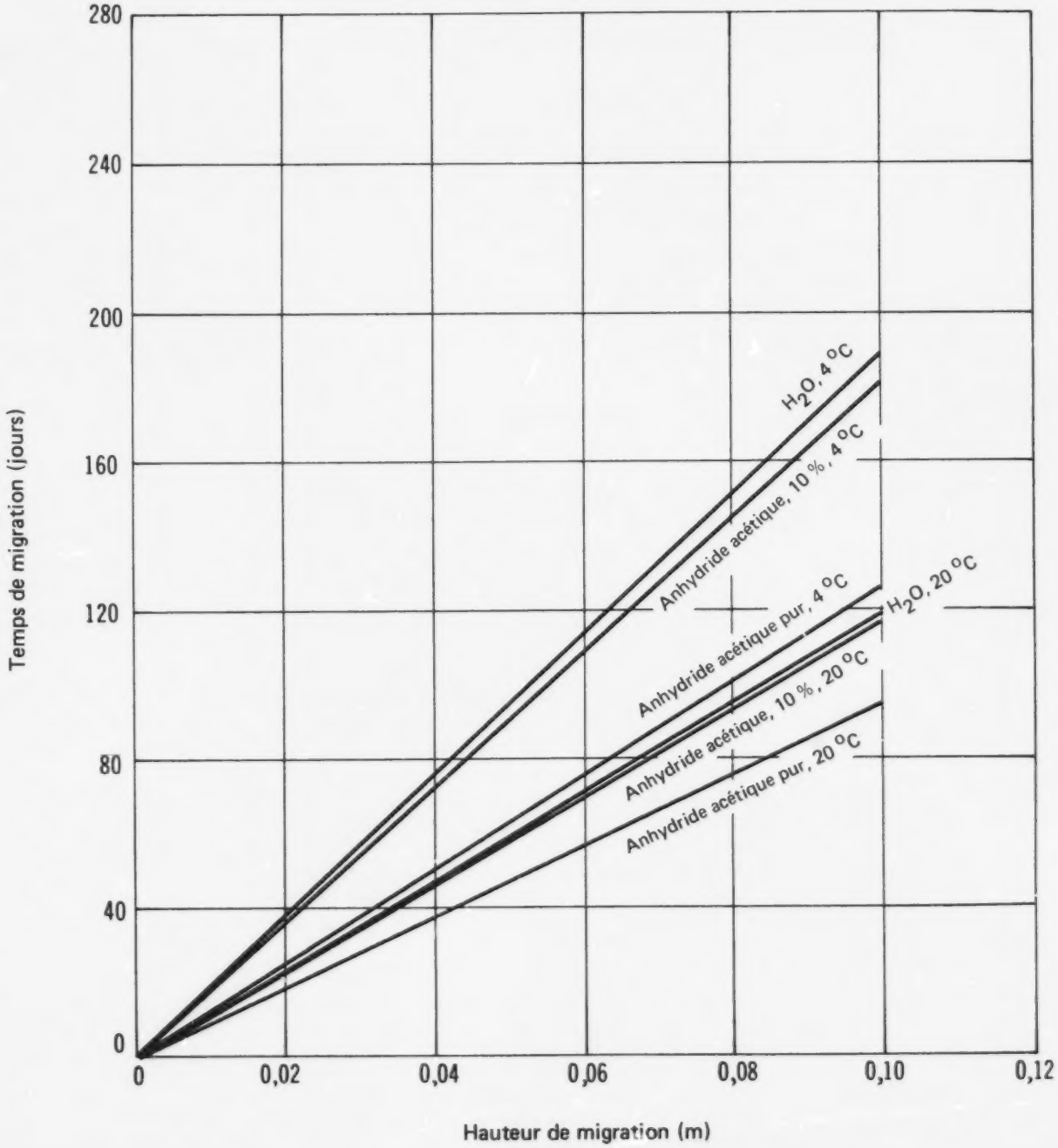


Figure 32

ANHYDRIDE ACÉTIQUE — MIGRATION DANS DU TILL ARGILEUX



6 PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT

6.1 Limites maximales admissibles

6.1.1 Qualité de l'eau. – Aux États-Unis, on a recommandé une limite admissible de 104 ppm (OHM-TADS, 1981). En Europe, une directive recommande 1 mg/l (MHSSW, 1976).

6.1.2 Qualité de l'air. – La teneur de l'air en anhydride acétique n'est soumise à aucune limite dans les règlements canadiens sur l'environnement.

6.2 Toxicité pour les espèces aquatiques

6.2.1 Évaluation de la toxicité aux États-Unis. – Dans l'eau, l'anhydride acétique s'hydrolyse pour former de l'acide acétique. La TLm 96 pour ces deux corps est donc identique et s'échelonne entre 10 et 100 ppm (RETCS, 1979).

6.2.2 Mesures de la toxicité

6.2.2.1 Toxicité en eau douce. – Les données suivantes se rapportent à l'acide acétique sauf indication contraire. Tel que mentionné, il y a production d'acide acétique lorsque l'anhydride acétique entre en contact avec de l'eau.

Données sur la toxicité

Teneur (mg/l)	Durée (h)	Espèce	Résultat	Conditions	Source
A. – Poissons					
50	24	Omble de fontaine	Létal	–	WQC, 1963
114	24	Méné	Létal	–	WQC, 1963
423	20	Poisson doré	Létal	–	Verschueren, 1984
B. – Micro-organismes (anhydride acétique)					
1150		Bactérie *(Pseudomonas putida)*	Multiplication des cellules inhibée		Verschueren, 1984
3400		Algue verte *(Scenedesmus quadricauda)*	Multiplication des cellules inhibée		Verschueren, 1984
30		Protozoaire *(Entosiphon sulcatum)*	Multiplication des cellules inhibée		Verschueren, 1984
360		Algue *(Chlorella pyranoidosa)*	Toxique		Verschueren, 1984

6.2.2.2 Toxicité en eau salée (acide acétique)

Teneur (mg/l)	Durée (h)	Espèce	Résultat	Conditions	Source
A. – Crustacés					
32	48	Artémia	TLm	Bain statique	Price, 1974
100 à 300	48	Crevette	TL 50	Bain aéré	Portman, 1970

Teneur (mg/l)	Durée (h)	Espèce	Résultat	Conditions	Source
42	24	Artémia	TLm	Bain statique	DPIMR, 1983
> 100	96	Crabe enragé *(Carcinus maenus)*	TL 50	Bain dynamique	WQCDB-5, 1983
> 100	96	Crevette grise *(Crangon crangon)*	TL 50	Bain dynamique	WQCDB-5, 1983
6	–	Amphipode *(Limnea ovata)*	Niveau de perturbation	–	Verschueren, 1984
14	–	Amphipode *(Gammarus pulex)*	Niveau de perturbation	–	Verschueren, 1984
B. – Poissons					
> 100	72	Tête-de-boule	Aucun effet toxique	Température du bain: 50 °F	EPA 440/9-75-009
100	96	Poisson doré	TLm	–	Little, 1970
100 à 200	96	Mulet à cornes	TLm	Eau de la rivière Détroit	Little, 1970
75	96	Crapet arlequin	TLm	–	Cairns, 1968
75	96	Crapet menu	TLm	Eau adoucie, 18 à 20 °C	WQC, 1963
286	24	Poisson doré	TL 50	–	DPIMR, 1983
270	72	Barbue de rivière	TLm	25 °C	DPIMR, 1983
251	24-96	Gambusie	TLm	Eau trouble	DPIMR, 1983
624	72	Barbue de rivière	TL 100	25 °C	DPIMR, 1983
175	1	Tête-de-boule	TL 50	Eau reconstituée, 18 à 20 °C, pH < 5,9	Mattson, 1976
106	24-48	Tête-de-boule	TL 50	*Idem*	Mattson, 1976
79	72-96	Tête-de-boule	TL 50	*Idem*	Mattson, 1976
> 315	1	Tête-de-boule	TL 50	Eau du lac Supérieur, 18 à 22 °C, pH < 5,9	Mattson, 1976
122	24	Tête-de-boule	TL 50	*Idem*	Mattson, 1976
92	48	Tête-de-boule	TL 50	*Idem*	Mattson, 1976
88	72-96	Tête-de-boule	TL 50	*Idem*	Mattson, 1976
C. – Invertébrés					
80-150	120	Daphnie	Immobilisation	Eau du lac Érié	WQCDB-5, 1973
47	24	Puce d'eau *(Daphnia magna)*	TLm	–	Verschueren, 1984
D. – Micro-organismes					
74	–	Diatomée *(Navicula seminulum)*	Croissance réduite de 50 %	Eau adoucie, 20 °C	DPIMR, 1983
> 4	12	Algues *(Nitzschia linearis)*	TL 50	–	DPIMR, 1983
74	–	Algues *(Nitzschia linearis)*	TL 50	Eau synthétique	WQCDB-5, 1973
2850	–	Bactérie *(Pseudomonas putida)*	Inhibition de la multiplication des cellules	–	Verschueren, 1984

Teneur (mg/l)	Durée (h)	Espèce	Résultat	Conditions	Source
90	–	Algue *(Microcystis aeruginosa)*	Inhibition de la multiplication des cellules	–	Verschueren, 1984
4000	–	Algue verte *(Scenedesmus quadricauda)*	Inhibition de la multiplication des cellules	–	Verschueren, 1984
1350	–	Protozoaire *(Uronema parduczi)*	Inhibition de la multiplication des cellules	–	Verschueren, 1984
78	–	Protozoaire *(Entosiphon sulcatum)*	Inhibition de la multiplication des cellules	–	Verschueren, 1984
350	–	*Chorella pyranoidosa*	Toxique		Jones, 1971

6.3 Études sur les effets toxiques

Dans l'eau, l'acide acétique (et partant l'anhydride acétique puisque ce dernier forme de l'acide acétique au contact de l'eau) s'est avéré toxique pour des larves de maringouins (*Culex* sp.) à la teneur de 1500 mg/l sur une période de 24 h (Verschueren, 1984).

L'effet des vapeurs d'acide acétique sur un certain nombre de végétaux a été évalué. Basée sur les dommages visibles causés aux feuilles, la TE 50 sur 2 heures pour certains végétaux s'établit comme suit:

Végétal	TE 50 (en ppm)
Blé	9,3
Luzerne	3,1
Tabac	16,5
Soja	8,1
Maïs	20,1

6.4 Dégradation du polluant

6.4.1 Demande biochimique en oxygène (sous forme d'acide acétique)

La demande chimique en oxygène est d'environ 1 kg d'oxygène par kg d'acide acétique (Jones, 1971). Des carences en oxygène peuvent être causées par une demande biochimique et chimique en oxygène rapide. De fortes teneurs peuvent abaisser fortement le pH, tuer le biote et influer sur la coagulation (OHM-TADS, 1981).

Demande biochimique en oxygène

DBO (kg/kg)	DBO théorique (%)	Durée (jours)	Milieu	Méthode	Source
> 1	66	5	Eaux usées	Eau salée	Price, 1974
> 1	88	10	Eaux usées	Eau salée	Price, 1974
> 1	100	20	Eaux usées	Eau salée	Price, 1974
> 1	76	5	Eaux usées	Eau douce	Price, 1974
> 1	82	10	Eaux usées	Eau douce	Price, 1974
> 1	85	15	Eaux usées	Eau douce	Price, 1974
> 1	96	20	Eaux usées	Eau douce	Price, 1974
> 1	50	0,5	Boues activées acclimatées au phénol	–	DPIMR, 1983
> 1	53	1 à 5	Boues activées	Respiromètre	DPIMR, 1983
0,7	–	5	–	–	DPIMR, 1983
0,9	–	20	–	–	DPIMR, 1983
0,34 à 0,88	–	5	Eaux usées	–	DPIMR, 1983
1	–	–	Produit chimique	D.C.O.	DPIMR, 1983

6.5 Devenir et effets à long terme

Les eaux naturelles neutralisent les solutions diluées en formant des acétates. Rien n'indique que l'anhydride acétique se bio-accumule ou qu'il est susceptible de contaminer la chaîne alimentaire (OHM-TADS, 1981).

7 PROTECTION DE LA SANTÉ

L'anhydride acétique est un produit chimique incolore, mobile et fortement réfringent à la température et à la pression normales. Il a une odeur forte et âcre rappelant celle du vinaigre. Sa vapeur est assez irritante pour les yeux, les muqueuses du nez et de la gorge à des teneurs inférieures aux normes actuelles d'exposition, si bien que la présence d'anhydride acétique peut être rapidement détectée (AAR, 1981).

Ce composé est très réactif. En présence d'eau chaude ou de vapeur, l'anhydride acétique forme de l'acide acétique en dégageant beaucoup de chaleur (GE, 1980). L'anhydride acétique est un puissant irritant de la peau et des tissus en raison probablement de la formation d'acide acétique sur la peau. La TLV® recommandée (5 ppm) a été établie en fonction des effets irritants de l'acide acétique (Doc. TLV, 1981). Bien que la documentation ne fasse état d'aucun effet cumulatif chez l'homme, on envisage de conduire des bio-essais pour établir si l'anhydride acétique a un pouvoir cancérogène, vu les nombreux usages et les sources d'exposition multiples à ce corps chimique (USDHEW, 1980).

La documentation ne contient aucune monographie récente sur les effets toxiques d'une exposition à ce composé. Nous n'avons également trouvé aucune donnée sur ses effets mutagènes ou tératogènes.

Les données toxicologiques sont extraites de sources dignes de confiance. Il est à noter que certaines données valent pour des expositions de longue durée à de faibles teneurs, de sorte qu'elles ne s'appliquent pas nécessairement dans les cas de déversement. À l'exception des données portant sur la mutagénicité, la tératogénicité et la cancérogénicité, l'interprétation des données relatives à l'homme est étayée par les données sur l'exposition de courte durée, recueillies pour d'autres mammifères.

7.1 Normes d'exposition

Les normes d'exposition à l'anhydride acétique sont basées sur celles de l'acide acétique et sur la prévention des effets irritants (Doc. TLV, 1981). Au Canada, les directives des provinces sont généralement semblables à celles qui sont élaborées par l'ACGIH aux États-Unis, à moins d'indication contraire.

Limites maximales admissibles

Directives (temps)	Origine	Teneur admissible	Source
		Moyenne pondérée en fonction du temps	
TLV®(8 h)	ACGIH	5 ppm (20 mg/m^3)	TLV, 1983
Valeur plafond PEL (8 h)	OSHA	5 ppm (20 mg/m^3)	NIOSH/OSHA, 1981
Teneur admissible (8 h)	Colombie-Britannique	5 ppm (20 mg/m^3)	B.C., 1980
Teneur moyenne admissible (8 h)	Saskatchewan	20 mg/m^3	Sask., 1981
		Exposition de courte durée	
Teneur plafond	ACGIH	5 ppm (20 mg/m^3)	TLV, 1983
Teneur moyenne admissible (15 mn)	Saskatchewan	20 mg/m^3	Sask., 1981

Autres aspects de la toxicité pour l'homme

Notion	Origine	Teneur	Source
IDLH	NIOSH/OSHA	1000 ppm	NIOSH Guide, 1978

Indice de toxicité par inhalation (I.T.I.). – Cet indice sert à mesurer le pouvoir d'une substance à produire un effet nocif à la suite de son inhalation. On le calcule de la façon suivante:

I.T.I. = 1315,12 x (pression de vapeur de la substance, en mm de Hg)/(TLV®).

La pression de vapeur pour l'anhydride acétique étant de 9,75 mm de Hg (36 °C) et la TLV®, de 5 ppm, on obtient donc 1315,12 x 9,75: 5 ppm = 2,6 x 10^3.
À 36 °C, l'I.T.I. = 2,6 x 10^3.

7.2 Données sur les propriétés irritantes

7.2.1 Contact avec la peau

Exposition	Effets	Source
• CHEZ L'HOMME		
Non précisé	Brûlures de la peau	Doc. TLV, 1981
Non précisé	Sensation intense de brûlure lorsque le produit vient en contact avec la peau. Si la peau n'est pas lavée, elle peut rougir puis blanchir et se plisser, avec risque d'apparition tardive de brûlures.	NIOSH/OSHA, 1981
Non précisé	Peut causer de l'eczéma. À l'occasion, dermatite d'hypersensibilité	USDHEW, 1977
• CHEZ LE LAPIN		
4000 mg/kg	DL 50	TDB (on-line), 1981
10 mg/kg (24 h)	Irritation bénigne	RTECS, 1979
540 mg	Irritation bénigne lorsque la peau était à nu	RTECS, 1979

7.2.2 Contact avec les yeux

Exposition	Effets	Source
• CHEZ L'HOMME		
Teneurs élevées (vapeurs)	Conjonctivite, photophobie, larmoiement, oedème des conjonctives et brûlures de la cornée qui peuvent entraîner une kératite interstitielle temporaire ou permanente, s'accompagnant d'une opacification de la cornée provoquée par la progression de l'infiltration des tissus	USDHEW, 1977
Non précisé (projection d'un peu de liquide dans les yeux)	Sensations de brûlure au début suivies après quelques heures d'une réaction de plus en plus grave accompagnée d'oedème des conjonctives et de la cornée. Risque d'opacité profonde de la cornée	TDB (on-line), 1981

Exposition	Effets	Source
Non précisé	Risque de graves brûlures des yeux en cas de contact avec le produit liquide ou ses vapeurs. Sensations immédiates de brûlure avec larmoiement. Des troubles de la vision peuvent apparaître par la suite. Possibilité d'apparition tardive de graves brûlures des yeux	NIOSH/OSHA, 1981
Non précisé	Peut pénétrer rapidement dans l'épithélium cornéen intact et atteindre l'iris à des teneurs susceptibles de provoquer l'iritis	Doull, 1980
Non précisé	Effets physiologiques généralement semblables à ceux de l'acide acétique. L'anhydride est toutefois beaucoup plus irritant pour les yeux à l'état de vapeurs et peut provoquer une conjonctivite chronique	TDB (on-line), 1981
Non précisé	Possibilité de cicatrices permanentes sur la cornée	TDB (on-line),
Non précisé	Irritation des yeux (conjonctives), intense larmoiement	Doc. TLV, 1981
0,08 ppm	Les yeux ont été affectés; seuil de tolérance	Kirk-Othmer, 1978
• CHEZ LE LAPIN		
250 µg	Grave irritation	RTECS, 1979

7.3 Données sur les propriétés organoleptiques

7.3.1 **Odeur.** – Odeur très forte et pénétrante, rappelant celle du vinaigre ou d'un acide âcre (AAR, 1981).

Indice d'odeur: 14 611 (Verschueren, 1984)

Paramètre	Milieu	Teneur	Source
Seuil de perception		0,14 ppm	Verschueren, 1984
Seuil d'identification moyen		0,36 ppm	Verschueren, 1984
Seuil d'identification supérieur		0,36 ppm	Verschueren, 1984

7.3.2 **Saveur.** – L'anhydride acétique a une saveur âcre, semblable à celui du vinaigre (AAR, 1981).

Paramètre	Milieu	Teneur	Source
Seuil de détection supérieur	Eau	1000 ppm (acide acétique)	DPIMR, 1981
Seuil de détection inférieur	Eau	300 ppm (acide acétique)	DPIMR, 1981

7.4 Études sur les effets toxiques

7.4.1 Inhalation

Exposition	Effets	Source
	A. – Exposition de courte durée	
• CHEZ L'HOMME		
Teneurs élevées	Possibilité de lésions pulmonaires et d'apparition tardive de troubles respiratoires	NIOSH/OSHA, 1981
Non précisé	Irritation des conjonctives, des muqueuses nasales et de la gorge. Forte possibilité de traumatisme bronchique et pulmonaire en cas d'inhalation de vapeurs d'anhydride acétique	Doc. TLV, 1981
Non précisé	Intense larmoiement; le développement d'effets généraux est peu probable	Doc. TLV, 1981
Non précisé	Aucun effet cumulatif connu	Doc. TLV, 1981
0,04 ppm	Modifications de l'électro-encéphalogramme	Kirk-Othmer, 1978
• CHEZ LE RAT		
2000 ppm (4 h)	TL 100	Verschueren, 1984
1000 ppm (4 h)	TL min.	DPIMR, 1981
	B. – Exposition de longue durée	
• CHEZ L'HOMME		
Non précisé (exposition répétée ou prolongée)	Peut causer une irritation de la peau et une irritation chronique des conjonctives. Possibilité de sensibilisation allergique	NIOSH/OSHA, 1981

7.4.2 Ingestion

Exposition	Effets	Source
• CHEZ LE RAT		
1,78 g/kg	DL 50	Doc. TLV, 1981

7.4.3 **Administration par voie percutanée.** – Il n'est ici question que des effets généraux rapportés à la suite de l'administration d'anhydride acétique par voie percutanée.

Exposition	Effets	Source
• CHEZ LE LAPIN		
4000 mg/kg	DL 50	RTECS, 1979

7.4.4 Mutagénicité, tératogénicité, cancérogénicité

Exposition	Effets	Source
Non précisé	Bio-essai visant à étudier le pouvoir cancérogène de l'anhydride acétique, effectué à la demande du NCI. Aucune mention sur le genre d'essai	USDHEW, 1980

7.5 Symptômes et conséquences de l'intoxication

Aucune référence n'est donnée pour les symptômes de nature courante mentionnés dans la plupart des documents consultés. Seuls les symptômes ou troubles de nature particulière ou inhabituelle sont suivis de la référence appropriée.

7.5.1 Inhalation

1. Les vapeurs étant irritantes, les travailleurs quittent généralement la zone dangereuse avant que le produit puisse provoquer des lésions (AAR, 1981).
2. Irrite les muqueuses de la bouche et des voies respiratoires.
3. Sensation de brûlure.
4. Larmoiement.
5. Toux.
6. Nausées et vomissements.
7. Action corrosive sur les tissus (DPIMR, 1981).

7.5.2 Ingestion

1. Soif intense (TDB (on-line), 1981).
2. Peau moite et froide (TDB (on-line), 1981).
3. Pouls faible et rapide (TDB (on-line), 1981).
4. Respiration de faible amplitude (TDB (on-line), 1981).
5. Urines peu abondantes (TDB (on-line), 1981).
6. Grave irritation des muqueuses (bouche, nez, gorge, estomac).
7. Brûlure de l'estomac.
8. Nausées et vomissement.
9. Corrosion des muqueuses (nez, bouche, gorge et oesophage) accompagnée de douleurs et de dyspnée (TDB (on-line), 1981).
10. Nécrose localisée; la zone touchée est d'abord blanc gris, puis noircit et se décolore (TDB (on-line), 1981).
11. Collapsus circulatoire (TDB (on-line), 1981).
12. Collapsus (TDB (on-line), 1981).
13. Oedème de la glotte (TDB (on-line), 1981).
14. Mort (TDB (on-line), 1981).

7.5.3 Contact avec la peau

1. Sensation de brûlure.
2. Rougeur initiale de la zone touchée suivie de plissements et de blanchissement.
3. Dermatite (USDHEW, 1977).
4. Sensibilisation allergique (NIOSH/OSHA, 1981).
5. Brûlures.

7.5.4 Contact avec les yeux

1. Sensation de brûlure.
2. Larmoiement.
3. Photophobie (USDHEW, 1977).
4. Kératite interstitielle accompagnée d'opacification de la cornée (USDHEW, 1977).

5. Oedème de la cornée et des conjonctives (TDB (on-line), 1981).
6. Graves brûlures des yeux.
7. Iritis (Doull, 1980).

8 COMPATIBILITÉ CHIMIQUE

8.1 Compatibilité de l'anhydride acétique et de divers agents

Agent	Production de chaleur	Incendie	Explosion	Formation de gaz inflammables	Polymérisation brutale	Décomposition	Formation de vapeurs toxiques	Formation de substances d'une plus grande toxicité	Augmentation de la pression dans les récipients fermés	Solubilisation	Réaction violente	Réaction non dangereuse	Remarques	Sources
En général														
Feu		●	●										Les vapeurs forment un mélange explosif avec l'air	Sax, 1979; NFPA, 1978
Chaleur		●				●							Liquide inflammable; émet des vapeurs toxiques (cétène) lorsqu'il est chauffé à la température de décomposition	Sax, 1979
Eau/vapeur			●								●		Production d'acide acétique et de chaleur	Sax, 1979; Bretherick, 1979
Corps chimiques														
2-aminoéthanol	●							●					Si dans un récipient fermé	NFPA, 1978
Aniline	●							●					Si dans un récipient fermé	NFPA, 1978
Peroxyde de baryum		●	●										Formation de peroxyde acétyle	Bretherick, 1979
Acide borique			●										Explose à 60 °C	Bretherick, 1979
Acide chlorosulfonique	●							●					Si dans un récipient fermé	NFPA, 1978
Trioxyde de chrome (acide chromique) (anhydride chromique)			●								●		Danger de violente explosion	Bretherick, 1979; NFPA, 1978
1,3-diphényltriazène			●								●		Très explosif lorsque chauffé	Bretherick, 1979
Éthylènediamine	●							●					Si dans un récipient fermé	NFPA, 1978
Éthylèneimine	●							●					Si dans un récipient fermé	NFPA, 1978

Agent	Production de chaleur	Incendie	Explosion	Formation de gaz inflammables	Polymérisation brutale	Décomposition	Formation de vapeurs toxiques	Formation de substances d'une plus grande toxicité	Augmentation de la pression dans les récipients fermés	Solubilisation	Réaction violente	Réaction non dangereuse	Remarques	Sources
Acide hydrochlorique	●		●					●					Hydrolyse entraînant l'explosion; dégagement de chaleur et élévation de la pression en vase fermé	Bretherick, 1979; NFPA, 1978
Acide hydrofluorique	●							●					Si dans un récipient fermé	NFPA, 1978
Peroxyde d'hydrogène		●											Un excès d'anhydride acétique peut entraîner la formation de diacétyle de peroxyde instable	
Acide hypochloreux		●								●			Réaction violente en présence d'oxychlorure de phosphore	Bretherick, 1979; NFPA, 1978
Glycérol									●					
Acide nitrique	●	●								●			Élévation de la pression en récipient fermé dans certaines conditions, explose au contact	Bretherick, 1979; Leleu, 1972
Peroxyde d'azote		●								●			Violente explosion	NFPA, 1978
Oléum	●							●					Si dans un récipient fermé	NFPA, 1978
Acide perchlorique	●	●								●			Hydrolyse exothermique violente provoquant une explosion	Bretherick, 1979
Acide peroxyacétique		●								●				Bretherick, 1979
Permanganate de potassium		●											Lorsque chauffé	Bretherick, 1979
Hydroxyde de sodium	●							●					Si dans un récipient fermé	NFPA, 1978
Peroxyde de sodium		●											Explose lorsqu'il est chauffé	NFPA, 1978
Acide sulfurique	●							●					Si dans un récipient fermé	NFPA, 1978
Acide tétrafluoroborique	●												Réaction fortement exothermique	Bretherick, 1979
Acide *p*-toluènesulfonique		●											Avec l'eau	Bretherick, 1979

Agent	Production de chaleur	Incendie	Explosion	Formation de gaz inflammables	Polymérisation brutale	Décomposition	Formation de vapeurs toxiques	Formation de substances d'une plus grande toxicité	Augmentation de la pression dans les récipients fermés	Solubilisation	Réaction violente	Réaction non dangereuse	Remarques	Sources
Eau			●										Mélange explosif si l'eau contient des acides minéraux	NFPA, 1978
Groupes de corps chimiques														
Alcools											●		Possibilité de violente réaction dans certaines conditions	Celanese PB, 1978
Alcalis											●		Possibilité de violente réaction dans certaines conditions	Celanese PB, 1978
Nitrates métalliques											●			Bretherick, 1979
Permanganates			●										Explose si chauffé	NFPA, 1978

9 MESURES D'INTERVENTION ET DE SÉCURITÉ

9.1 Mesures recommandées

Les exposés qui suivent sont extraits de diverses publications. Leur formulation originale a été respectée pour éviter toute déformation de sens, et ce faisant, il a été impossible d'empêcher que n'apparaissent d'éventuels désaccords entre les sources. Toutefois, la contradiction de certaines mesures qui s'appliquent à des cas particuliers n'est qu'apparente. La mention d'une mesure ne constitue d'aucune façon une recommandation de la part d'Environnement Canada.

9.1.1 Danger d'incendie. – L'anhydride acétique est un liquide combustible. Ses vapeurs forment des mélanges explosifs avec l'air et peuvent se répandre au-dessus de la surface du sol jusqu'à une source d'allumage, d'où risque de retour de flamme (GE, 1980; NFPA, 1978). L'anhydride acétique réagit de façon exothermique avec l'eau.

9.1.2 Moyens d'extinction. – Refroidir les récipients exposés au feu avec de l'eau pulvérisée. Utiliser l'eau avec parcimonie en raison de la réaction exothermique (GE, 1980; NFPA, 1978).

Petit feu: Poudre sèche, CO_2.

Grand feu: Mousse anti-alcool, eau pulvérisée (seulement si nécessaire).

Enlever les récipients de la zone d'incendie si cela ne présente aucun danger (ERG, 1980). Éviter que de l'eau pénètre dans les récipients (GE, 1980).

9.1.3 Mesures d'intervention en cas de déversement

9.1.3.1 Information générale. – Arrêter ou ralentir l'écoulement du produit si cela ne présente aucun danger. Éliminer toute source d'inflammation. Ne pas toucher au produit et ne pas inhaler les vapeurs qu'il dégage (Celanese MSDS, 1979). De l'eau pulvérisée peut être utilisée pour disperser les vapeurs et pour protéger le personnel chargé d'obturer la fuite (GE, 1980).

Les récipients perforés doivent être transportés en plein air ou dans un endroit éloigné et bien ventilé, et leur contenu doit être transvidé dans des récipients appropriés (MCA, 1962).

9.1.3.2 Déversement sur le sol. – Dans le cas de petits déversements, absorber le produit déversé avec du sable, de la terre ou de la vermiculite, puis ramasser à la pelle les matériaux imbibés et disposer dans des récipients en vue de leur élimination (GE, 1980; NIOSH/OSHA, 1981). La zone touchée peut être recouverte de carbonate ou de bicarbonate de sodium jusqu'à ce que l'on procède au nettoyage (GE, 1980).

S'il s'agit d'un déversement important, tenter de confiner la nappe en aménageant des barrages mécaniques pour empêcher le produit de s'étaler. Récupérer si possible le liquide avec des pompes ou des dispositifs d'aspiration. Neutraliser le liquide résiduel avec de la chaux ou du bicarbonate de sodium.

9.1.3.3 Déversement dans l'eau. – Confiner la nappe de polluant si possible. Neutraliser avec de la chaux ou du bicarbonate de sodium (EPA 670/2-75-042; OHM-TADS, 1981). Le charbon actif et le Dowex 5WX4 sont des sorbants qui conviennent lors de tels déversements (CG-D-38-76).

9.1.4 Nettoyage et traitement

9.1.4.1 Information générale. – Pour épurer l'eau, la méthode recommandée consiste à séparer les solides par gravité puis à neutraliser l'eau avec de l'hydroxyde de sodium. Filtrer ensuite sur un filtre bicouche. Les eaux de lavage des matériaux de filtration et d'absorption sont renvoyées au séparateur par gravité (EPA 600/2-77-227). La méthode de traitement par boues activées convient également pour débarrasser l'eau de l'anhydride acétique (Metry, 1980). Le charbon actif n'est pas très utile pour le traitement d'eau polluée par de l'acide acétique.

9.1.5 Élimination du polluant. – L'anhydride acétique recueilli sur les lieux d'un déversement ne doit *jamais* être rejeté dans des eaux de surface ou dans un égout. Les sorbants ou autres matériaux utilisés ainsi que l'anhydride acétique recueilli par pompage ou aspiration peuvent être brûlés dans un incinérateur approuvé. On recommande d'utiliser un brûleur à post-combustion pour une combustion complète (GE, 1980). Les boues résultant du traitement de l'anhydride acétique, sur les lieux du déversement ou dans une installation de traitement des déchets, peuvent être éliminées dans une décharge contrôlée.

9.1.6 Appareils et vêtements de protection. – Pour entrer dans une zone où ni le produit déversé ni ses propriétés ne sont connus, on devrait toujours revêtir un scaphandre résistant aux agents chimiques, et porter un appareil respiratoire autonome.

Si le produit déversé est de l'anhydride acétique:

– L'équipe d'intervention doit porter des vêtements étanches, des gants, des visières pare-acide (de 20 cm au minimum) et tout autre pièce d'équipement requis pour prévenir tout risque de contact cutané avec l'anhydride acétique liquide (NIOSH/OSHA, 1981).

– Au cours d'essais des vêtements protecteurs, le temps de résistance a été d'une heure environ pour le néoprène, et un peu moins d'une heure pour le butyle, le PVC et le Viton (Little, 1983).

– Des verres protecteurs sont recommandés s'il y a risque d'éclaboussures accidentelles du liquide dans les yeux (NIOSH/OSHA, 1981; Celanese MSDS, 1979).

– Il est recommandé de porter des gants, des bottes et des tabliers de caoutchouc (GE, 1980). Le néoprène est également recommandé pour ces vêtements (Celanese PB, 1978).

– Le néoprène et le PVC sont des matériaux considérés comme ayant une excellente résistance pour la fabrication de tenues de protection contre l'anhydride acétique (EE-20). La résistance du butyle a été jugée bonne.

– Tout vêtement non imperméable imprégné d'anhydride acétique doit être enlevé immédiatement et ne sera porté que lorsqu'il aura été nettoyé à fond (NIOSH/OSHA, 1981).

– On doit trouver sur les lieux de l'intervention des bains oculaires automatiques et des douches à fort débit, faciles d'accès (GE, 1980).

Le lecteur trouvera dans le tableau qui suit une liste des éléments minimaux de protection des voies respiratoires que requiert une intervention sur les lieux d'un déversement d'anhydride acétique (NIOSH/OSHA, 1981; NIOSH, 1978).

9.1.7 Entreposage. – Il faut entreposer le produit dans un local fermé, sec et bien aéré, loin des sources de chaleur ou d'inflammation. L'anhydride acétique est incompatible avec les acides aminés, les matières alcalines et les agents oxydants (GE, 1980).

Protection respiratoire minimale pour une teneur supérieure à 5 ppm

Situation	Équipement*
Teneur en vapeurs jusqu'à 250 ppm	Respirateur à cartouche et masque couvre-visage avec cartouche(s) anti-vapeurs organiques. Masque à gaz à cartouche anti-vapeurs organiques fixée à hauteur du menton, attachée dans le dos ou sur la poitrine. Tout appareil respiratoire à adduction d'air muni d'un masque couvre-visage, d'un casque ou d'une cagoule. Tout appareil respiratoire autonome muni d'un masque couvre-visage.
De 250 à 1000 ppm	Ensemble comprenant un appareil respiratoire à adduction d'air de type C, avec masque couvre-visage soit pulmo-commandé à surpression ou alimenté par tout autre système à surpression, ou avec masque couvre-visage, casque ou cagoule pulmo-commandé/à débit constant.
Au-delà de 1000 ppm ou lorsque la teneur est inconnue	Appareil respiratoire autonome avec masque couvre-visage pulmo-commandé à surpression ou alimenté par tout autre système à pression superatmosphérique. Ensemble comprenant un appareil respiratoire à adduction d'air de type C, avec masque couvre-visage, soit pulmo-commandé à surpression, soit alimenté par tout autre système à pression superatmosphérique, soit pulmo-commandé/à débit constant et un appareil respiratoire auxiliaire pulmo-commandé à surpression ou alimenté par tout autre système à pression superatmosphérique.
Lutte contre l'incendie	Appareil respiratoire autonome avec masque couvre-visage, pulmo-commandé à surpression ou alimenté par tout autre système à pression superatmosphérique.
Évacuation des lieux	Tout masque à gaz étanche aux vapeurs organiques. Tout appareil respiratoire autonome permettant d'évacuer les lieux.

* Seuls les appareils homologués par le NIOSH ou la OSHA doivent être utilisés.

10 CAS DE DÉVERSEMENT ACCIDENTEL

Les informations relatives aux déversements accidentels antérieurs contenues dans la présente section aideront le lecteur à comprendre les mesures d'intervention prises en cas de déversement accidentel. Seuls les cas qui présentent un intérêt pour le lecteur sont inclus dans la présente section; en conséquence, le nombre de cas décrits ne traduit ni l'ampleur du problème ni la fréquence des déversements. Toute nouvelle information pertinente sera incluse dans les rééditions du manuel, au fur et à mesure des progrès réalisés dans le domaine des techniques d'intervention.

10.1 **Explosion** (Kirk-Othmer, 1978)

Il y a quelques années, une grave explosion s'est produite aux États-Unis. Un mélange de 568 litres (150 gal) d'acide perchlorique et de 227 litres (60 gal) d'anhydride acétique a sauté. L'explosion a fait 17 morts et de nombreux blessés. Plusieurs pâtés de maisons ont été détruits et 116 bâtiments ont été rasés. Ce cas illustre bien la réactivité de l'anhydride acétique.

11 IDENTIFICATION ET DOSAGE DU POLLUANT

Les méthodes d'analyse utilisées pour l'identification et le dosage des polluants chimiques d'intérêt prioritaire sont expliquées dans les lignes qui suivent.

Les méthodes décrites et les références signalées ont été choisies en fonction d'analyses d'échantillons d'air, d'eau et de sol devant être faites dans un laboratoire de chimie doté d'un équipement standard, éloigné du lieu d'où proviennent les prélèvements. Les auteurs ont consulté les sources habituelles exposant les méthodes normalisées ou recommandées et décrit sommairement celles qui s'appliquent à chaque produit chimique. Parmi ces sources, on compte des publications du National Institute for Occupation Safety and Health des États-Unis (NIOSH), de l'Environmental Protection Agency des États-Unis (EPA), de l'American Water Works Association, de l'American Society for Testing and Materials et de l'American National Standards Institute.

Lorsque les méthodes normalisées ou recommandées ont été jugées fiables et suffisamment spécifiques pour l'analyse des échantillons provenant des matières déversées et du milieu touché, et lorsqu'elles ne nécessitaient pas un équipement de laboratoire hautement spécialisé, nous n'avons pas cherché plus loin. Enfin, lorsque nous avons découvert des tests simples et fiables, couramment utilisés dans l'industrie, nous les avons signalés.

11.1 Dosage de l'anhydride acétique présent dans l'air (analyse quantitative)

11.1.1 Colorimétrie (NIOSH, 1977). – Cette méthode convient pour le dosage de l'anhydride acétique présent dans l'air à des teneurs variant entre 9,35 et 37,4 mg/m^3 (2,24 à 9,00 ppm).

Un volume d'air déterminé est aspiré dans un impacteur en verre fritté contenant 10 ml d'une solution absorbante constituée de 5 ml de chlorhydrate d'hydroxylamine et 5 ml de solution d'hydroxyde de sodium. (Pour la solution de chlorhydrate d'hydroxylamine, dissoudre dans un récipient ambré, 200 g de chlorhydrate d'hydroxylamine dans 1 litre d'eau distillée. La solution d'hydroxyde de sodium est préparée en dissolvant 200 g de ce produit dans 1 litre d'eau distillée.)

On recommande de prélever un échantillon d'air de 100 l, à un débit de 1 l/mn. La solution absorbante est transférée dans une fiole jaugée de 50 ml. L'impacteur est rincé deux fois de suite avec 1 ml d'eau distillée et les eaux de rinçage sont ajoutées à la solution absorbante dans la fiole jaugée. Ajouter 5 ml de solution de chlorure ferrique (celle-ci est préparée en dissolvant 100 g de chlorure ferrique hexahydraté dans des volumes égaux d'eau et d'acide chlorhydrique concentré, de manière à obtenir 1 litre de solution). Compléter jusqu'au trait de jauge en ajoutant des volumes égaux des trois solutions (chlorhydrate d'hydroxylamine, hydroxyde de sodium, chlorure ferrique).

L'anhydride acétique est dosé en mesurant l'absorbance, à 540 nm, dans des cellules de verre appariées de 1 cm à l'aide d'un spectrophotomètre approprié et d'une courbe d'étalonnage.

11.2 Identification de l'anhydride acétique dans l'air (analyse qualitative)

Cette méthode fait appel à un tube de détection Gastec spécifique à l'anhydride acétique et permet d'identifier des teneurs allant de 1 à 20 ppm.

Un volume d'air déterminé est aspiré dans le tube de détection Gastec à l'aide d'une pompe Gastec. La substance indicatrice tournera du rose à jaune pâle, si l'échantillon contient de l'anhydride acétique (Gastec).

11.3 Dosage de l'anhydride acétique dans l'eau (analyse quantitative)

11.3.1 Entraînement à la vapeur d'eau (AWWA, 1981). – Cette méthode permet de doser jusqu'à 5000 ppm d'anhydride acétique sous forme d'acide acétique.

On recueille d'abord un volume d'au moins 1 litre d'eau à analyser à l'aide d'un récipient approprié puis on l'acidifie avec une solution d'acide sulfurique à 50 p. 100 de manière à amener le pH à 3. Ajouter 6 ml de solution de chlorure ferrique préparée en dissolvant 82,5 g de chlorure ferrique hexahydraté dans 1 litre d'eau distillée.

Ajouter 50 g de diatomite et mélanger. Filtrer par aspiration dans un entonnoir Buchner garni d'un papier filtre fraîchement enduit d'une fine couche de diatomite. Laver le résidu à quatre reprises avec de l'eau et ajuster le pH du filtrat à 11 avec une solution d'hydroxyde de sodium. L'échantillon est concentré sur un bain-marie bouillant puis réfrigéré. Une fois le filtrat refroidi, ajuster le pH à 4 avec de l'acide sulfurique à 58 p. 100, et transférer dans un ballon à distillation adéquat. Du sulfate de magnésium est ajouté légèrement en excès. Chauffer à ébullition un ballon rempli d'eau, relié au ballon de distillation. Régler la vitesse de distillation pour obtenir 200 ml de distillat en 25 mn environ puis augmenter le rythme de distillation et recueillir en tout 600 ml de distillat.

Titrer avec de l'hydroxyde de sodium 0,1 *N*. Utiliser de la phénolphtaléine comme indicateur.

11.4 Identification de l'anhydride acétique présent dans l'eau (analyse qualitative)

Prélever au minimum 1 litre d'eau à analyser dans un récipient adéquat. Mélanger 50 mg de bicarbonate de sodium solide et 1 ml d'eau et ajouter 1 goutte de l'échantillon. Agiter doucement. Si l'échantillon d'eau contient de l'anhydride acétique le mélange bouillonnera ou dégagera du gaz sans arrêt.

11.5 Dosage de l'anhydride acétique dans le sol (analyse quantitative)

11.5.1 Chromatographie en phase gazeuse (NIOSH, 1977; ASTM, 1979). – On peut détecter des teneurs en anhydride acétique (sous forme d'acide acétique) de l'ordre du ppm grâce à un détecteur à ionisation de flamme.

Introduire dans un flacon en verre 20 g de sol, pesé avec précision. En extraire l'anhydride acétique avec du fréon 113® (1, 1, 2-trichloro-1, 2, 2-trifluoroéthane). Le fréon est distillé dans le flacon placé sur bain-marie à 70 °C. Faire passer de l'air dans le flacon pendant la dernière minute pour éliminer toute trace de fréon. Dissoudre le résidu dans du disulfure de carbone, et injecter une portion aliquote dans un chromatographe à gaz pourvu d'un détecteur à ionisation de flamme.

La présence d'anhydride acétique est décelée à l'aide d'un intégrateur électronique qui mesure la surface des pics chromatographiques en fonction d'une courbe d'étalonnage.

Les conditions typiques de fonctionnement d'un chromatographe à gaz sont: un débit d'azote porteur de 60 ml/mn; un débit d'hydrogène de 50 ml/mn; un débit d'air de 500 ml/mn;

température de l'injecteur réglée à 230 °C; celle du détecteur à 230 °C; température de la colonne de 130 à 180 °C avec une programmation de température de 10 °C/mn.

11.6 Détection de l'anhydride acétique dans le sol (analyse qualitative)

L'échantillon est prélevé tel qu'indiqué en 11.5.1 et extrait à l'aide de fréon 113 (1, 1, 2-trichloro-1, 2, 2-trifluoréthane). Le fréon est distillé dans le flacon placé au bain-marie à 70 °C. Faire passer de l'air dans le flacon pendant la dernière minute pour éliminer toute trace de fréon. Dissoudre le résidu dans l'eau. Combiner 1 goutte d'échantillon avec 50 mg de bicarbonate de sodium solide dissous dans 1 ml d'eau, et agiter doucement. Si le mélange bouillonne activement ou qu'il dégage du gaz continuellement, l'échantillon contient un acide carboxylique ou un anhydride (AWWA, 1981; Owen, 1969).

12 RÉFÉRENCES ET BIBLIOGRAPHIE

(reproduction intégrale de l'édition anglaise)

12.1 Références

AAR 1981: BDM Corporation, The AAR Hazardous Materials Data Base, Prepared for the Association of American Railroads, Parts I and II, McLean, VA. (May, 1981).

ASS: Atlas Steel, Atlas Stainless Steels, Toronto, Ontario. Not dated.

ASTM 1979: American Society for Testing and Materials, Annual Book of ASTM Standards, Part 31: Water, Philadelphia, PA, D2908-74, D1192-70, D3370. (1979).

AWWA 1981: American Water Works Association, Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 15th Edition, American Public Health Association, Washington, DC, Method B. (1981).

Bretherick 1979: Bretherick, L., Handbook of Reactive Chemical Hazards, Second Edition, Butterworths, London, England. (1979).

B.C. 1980: Workers' Compensation Board of British Columbia, Industrial Health and Safety Regulations, Workers' Compensation Act, Vancouver, British Columbia. (July, 1980).

Cairns 1968: Cairns, J., Scheier, A., "A Comparison of the Toxicity of Some Common Industrial Waste Components Tested Individually and Combined", Progr. Fish-Cult., Vol. 30, No. 1, pp. 3-8. (1968).

CBG 1980: Southam Business Publications Ltd., "1981 Chemical Buyers' Guide", Canadian Chemical Processing, Vol. 64, No. 9, Don Mills, Ontario. (December, 1980).

CCPA 1981: The Canadian Chemical Producers' Association, List of Members, Toronto, Ontario. (October, 1981).

* CCR 1978: Department of Industry, Trade and Commerce, Canadian Chemical Register, Ottawa, Canada. (1978).

CDS 1967: National Association of Corrosion Engineers, Corrosion Data Survey, Houston, TX. (1967).

* Celanese MSDS 1978: Celanese Canada Inc., Material Safety Data Sheet, Montreal, Quebec. (1978).

Celanese MSDS 1979: Celanese Chemical Company, Inc., Material Safety Data Sheet, Dallas, TX. (November, 1979).

Celanese PB 1978: Celanese Chemical Company, Inc., Product Bulletin, Dallas, TX. (1978).

CG-D-38-76: Bauer, W.H., Borton, D.N., et al., Agents, Methods and Devices for Amelioration of Discharge of Hazardous Chemicals on Water, Rensselaer Polytechnic Institute for the U.S. Coast Guard, Washington, DC, CG-D-38-76. (August, 1975).

* Disponible en français

CHRIS 1974: U.S. Department of Transportation, CHRIS Hazard Assessment Handbook, U.S. Coast Guard, Washington, DC, CG-446-3. (April, 1974).

CHRIS 1978: U.S. Department of Transportation, Coast Guard, Chemical Hazards Response Information System (CHRIS), Washington, DC. (1978).

Corpus 1981: Corpus Information Services Ltd., "Acetic Acid", Chemical Product Profiles, Don Mills, Ontario. (August, 1981).

CRC 1980: Weast, R.C. (ed.), CRC Handbook of Chemistry and Physics, 60th Edition, Chemical Rubber Publishing Company, Cleveland, OH. (1980).

DCRG 1978: Dow Chemical Company, Dow Chemical Resistance Guide for Dow Plastic Lined Piping Products, Midland, MI. (1978).

Dillon 1982: M.M. Dillon, Survey of Countermeasures Systems for Hazardous Material Spills, Environment Canada, Ottawa, Canada. (1982).

Doc. TLV 1981: American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH), Documentation of Threshold Limit Values, Fourth Edition, Cincinnati, OH. (1981).

Doull 1980: Doull, J., Klaassen, C.D., Amdur, M.O., Casarett's and Doull's Toxicology - The Basic Science of Poisons, Second Edition, Collier Macmillan Canada Inc., Toronto, Ontario. (1980).

DPIMR 1981: Sax, N.I. (ed.), Dangerous Properties of Industrial Materials Report, Vol. 1, No. 6, pp. 20-22. (July/August, 1981).

DPIMR 1983: Sax, N.I. (ed.), Dangerous Properties of Industrial Materials Report, Vol. 1, No. 3, pp. 23-25. (March/April, 1983).

DPLV 1972: Dow Chemical Company, Dow Plastic Lined Valves, Midland, MI. (1972).

DPPED 1967: DOM-X, DOM-X Plastic Pipe Engineering Data, Toronto, Ontario. (1967).

EE-20: Buchan, Lawton, Parent Ltd., A Survey of Self-Contained Breathing Apparatus and Totally-Encapsulated Chemical Protection Suits, Unedited version. Not dated.

EPA 440/9-75-009: Supplement to Development Document: Hazardous Substances Regulations, Section 311 Federal Water Pollution Control Act, U.S. Environmental Protection Agency, Office of Water and Standards, Washington, DC, EPA 440/9-75-009. (November, 1975).

EPA 600/2-77-227: Huibregtse, K.R., et al., Manual for the Control of Hazardous Material Spills - Volume One - Spill Assessment and Water Treatment Techniques, U.S. Environmental Protection Agency, National Environmental Research Center, Cincinnati, OH, EPA 600/2-77-227. (November, 1977).

EPA 670/2-75-042: Pilie, R.J., et al., Methods to Treat, Control and Monitor Spilled Hazardous Materials, U.S. Environmental Protection Agency, National Environmental Research Center, Cincinnati, OH, EPA 670/2-75-042. (June, 1975).

ERG 1980: U.S. Department of Transportation, Hazardous Materials, 1980 Emergency Response Guidebook, Research and Special Programs Administration, Materials Transportation Bureau, Washington, DC. (1980).

FKC 1975: Lowenheim, F.A., Moran, M.K., Faith, Keye's and Clark's Industrial Chemicals, Wiley-Interscience, New York, NY. (1975).

Gastec: Gastec Precision Gas Detector System - Blue Book, p. 55. Not dated.

GE 1980: General Electric Company, Material Safety Data Sheets, Material Safety Information Services, Schenectady, NY. (May, 1980).

GF: GF Plastic Systems Inc., GF Plastic Systems, Santa Ana, CA. Not dated.

GPP: Uniroyal, Inc. Guide to Polymer Properties, Mishawaka, IN. Not dated.

HIS 1969: Hydraulic Institute, Hydraulic Institute Standards, 12th Edition, New York, NY. (1969).

Jones 1971: Jones, H.R., "Environmental Control in the Organic and Petrochemical Industries", Noyes Data Corp., NJ. (1971).

JSSV 1979: Jenkins Brothers, Jenkins Corrosion Resistant Stainless Steel Valves, New York, NY. (1979).

Kirk-Othmer 1978: Grayson, M., Eckroth, D. (ed.), Kirk-Othmer Encyclopedia of Chemical Technology, Third Edition, Vol. 1, John Wiley & Sons Inc., New York, NY. (1978).

Lange's Handbook 1979: Dean, J.A. (ed.), Lange's Handbook of Chemistry, 12th Edition, McGraw-Hill Book Company, New York, NY. (1979).

Leleu 1972: Leleu, M.J., "Les Réactions Chimiques Dangereuses-Acide Nitrique", Cahiers de Notes Documentaires, Note 806-68-72, Paris, France. (1972).

Little 1970: Little, A.D. (ed.), Relationship between Organic Chemical Pollution of Fresh Water and Health, A.D. Little Inc., Cambridge, MA. (December, 1970).

Little 1983: Schwope, A.D., Costas, P.P., Jackson, J.O., Weitzman, D.J., Guidelines for the Selection of Chemical Protective Clothing, Arthur D. Little, Inc., for U.S. Environmental Protection Agency, Washington, DC. (1983).

Mattson 1976: Mattson, V.R., Arthur, J.W., Walbridge, W.R., Acute Toxicity of Selected Organic Compounds to Fathead Minnows, U.S. Environmental Protection Agency, Duluth, MN, EPA 600/2-76-097. (1976).

MCA 1962: Manufacturing Chemists Association, "Acetic Anhydride", Washington, DC. (1962).

Metry 1980: Metry, A.A., The Handbook of Hazardous Waste Management, Technomic Publishing Company, Inc., Westport, CT. (1980).

MHSSW 1976: North Atlantic Treaty Organization (NATO), Manual on Hazardous Substances in Special Wastes, Federal Environmental Agency, Waste Management Division, Berlin, West Germany. (October, 1976).

MWPP 1978: Rehau, Mechan-O-Joint Water Pressure Pipe and Fittings, Montreal, Quebec. (1978).

NFPA 1978: National Fire Protection Association, Fire Protection Guide on Hazardous Materials, Seventh Edition, Boston, MA. (1978).

NIOSH 1976: Draft Technical Standards for Acetic Anhydride, Acetonitrile, Cresol and Dimethylaniline, U.S. National Institute for Occupational Safety and Health, Washington, DC, TS-D-76-0113-L1. (1976).

NIOSH 1977: National Institute for Occupational Safety and Health, Manual of Analytical Methods, Second Edition, Vol. 2, S. 29, Cincinnati, OH. (April, 1977).

NIOSH Guide 1978: U.S. Department of Health, Education and Welfare, Pocket Guide to Chemical Hazards, U.S. Department of Health, Education and Welfare, and U.S. Department of Labor, Washington, DC. (1978).

NIOSH/OSHA 1981: U.S. Department of Health and Human Services, National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH), U.S. Department of Labor, Occupational Safety and Health Administration (OSHA), Occupational Health Guidelines for Chemical Hazards, NIOSH Publication No. 81-123. (1981).

OHM-TADS 1981: Oil and Hazardous Materials Technical Assistance Data System, U.S. Environmental Protection Agency, Oil and Special Materials Control Division, Office of Water Program Operations, Washington, DC. (1981).

Ontario E.P. Act 1971: Ontario Ministry of the Environment, "The Environmental Protection Act, Statutes of Ontario 1971", Chapter 86, as amended; and Regulation 15 (General) as amended. (1971).

Owen 1969: Owen, T.C., Characterization of Organic Compounds by Chemical Methods, Marcel Dekker, Inc., New York, NY. (1969).

PC Celanese 1982: Personal Communication, Celanese Canada, Mississauga, Ontario. (1 October 1982).

Perry 1973: Perry, R.H., Chilton, C.H. (ed.), Chemical Engineer's Handbook, Fifth Edition, McGraw-Hill Book Company, New York, NY. (1973).

Portman 1970: Portman, J.E., The Toxicity of 120 Substances to Marine Organisms, Shellfish Information Leaflet, Fisheries Experimental Station, Conway, N. Wales; Ministry of Agriculture, Fisheries and Food. (September, 1970).

Price 1974: Price, K.S., Waggy, G.T., Conway, R.H., "Brine Shrimp Bioassay and Seawater BOD of Petrochemicals", J. Water Pollut. Control Fed., Vol. 46, No. 1. (January, 1974).

Rouse 1961: Rouse, H., Fluid Mechanics for Hydraulic Engineers, Dover Publications, Inc., New York, NY. (1961).

RTDCR 1974: Canadian Transport Commission, Regulations for the Transportation of Dangerous Commodities by Rail, published by Supply and Services Canada, Ottawa, Ontario. (1974).

RTECS 1979: Lewis, R.J., Tatken, R.L., Registry of Toxic Effects of Chemical Substances, 1979, Vols. 1 and 2, National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH), Cincinnati, OH. (September, 1980).

Sask. 1981: Saskatchewan Ministry of Labour, Occupational Health and General Regulations, Occupational Health and Safety Branch, Regina, Saskatchewan. (May, 1981).

Sax 1979: Sax, N.I., Dangerous Properties of Industrial Materials, Fifth Edition, Van Nostrand Reinhold Company, New York, NY. (1979).

Sax 1981: Sax, N.I., Dangerous Properties of Industrial Materials Report, Vol. 1, No. 4, p. 79. (May/June, 1981).

Streeter 1971: Streeter, V.L., Fluid Mechanics, Fifth Edition, McGraw-Hill Book Company, New York, NY. (1971).

Sussex 1977: Pedley, J.B., Rylance, J., Sussex-N.P.L. Computer Analysed Thermochemical Data: Organic and Organometallic Compounds, University of Sussex, Sussex, Brighton, England. (1977).

TCM 1979: General American Transportation Corporation, Tank Car Manual, Chicago, IL. (May, 1979).

TDB (on-line) 1981: Toxicity Data Base, Toxicology Information On-Line, Available from National Library of Medicine, Washington, DC. (1981).

* TDGC 1980: Transport Canada, Transportation of Dangerous Goods Code, Vol. 1 (Lists), Vol. 2, Ottawa, Canada. (June, 1980).

TLV 1983: American Conference of Governmental Industrial Hygienists, TLV•s Threshold Limit Values for Chemical Substances and Physical Agents in the Workroom Environment with Intended Changes for 1983-84, Cincinnati, OH. (1983).

TPS 1978: GSR Fluid Handling, Thermoplastic Piping Systems, Sun Valley, CA. (1978).

Ullmann 1975: Ullmanns Encyklopaedie der technischen Chemie, Verlag Chemie, Weinheim. (1975).

USDHEW 1977: U.S. Department of Health, Education and Welfare, Occupational Diseases. A Guide to Their Recognition, National Institute for Occupational Safety and Health, DHEW (NIOSH) No. 77-181. (1977).

USDHEW 1980: U.S. Department of Health and Human Services, First Annual Report on Carcinogens, National Toxicology Program, U.S. Public Health Service, Washington, DC. (1980).

Verschueren 1984: Verschueren, K., Handbook of Environmental Data on Organic Chemicals, Van Nostrand Reinhold Company, New York, NY. (1984).

WQC 1963: McKee, J.E., Wolf, H.W., Water Quality Criteria, Second Edition, Resources Agency of California, State Water Quality Control Board. (1963).

WQCDB-3 1972: Water Quality Criteria Data Book - Vol. 3. Effects of Chemicals on Aquatic Life, U.S. Environmental Protection Agency, Washington, DC. (1972).

WQCDB-5 1973: Water Quality Criteria Data Book - Vol. 5. Effects of Chemicals on Aquatic Life, U.S. Environmental Protection Agency, Washington, DC. (1973).

* Disponible en français

12.2 Bibliographie

American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH), Documentation of Threshold Limit Values, Fourth Edition, Cincinnati, OH. (1981).

American Conference of Governmental Industrial Hygienists, TLV•s Threshold Limit Values for Chemical Substances and Physical Agents in the Workroom Environment with Intended Changes for 1983-84, Cincinnati, OH. (1983).

American Society for Testing and Materials, Annual Book of ASTM Standards, Part 31: Water, Philadelphia, PA, D2908-74, D1192-70, D3370. (1979).

American Water Works Association, Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 15th Edition, American Public Health Association, Washington, DC, Method B. (1981).

Atlas Steel, Atlas Stainless Steels, Toronto, Ontario. Not dated.

Bauer, W.H., Borton, D.N., et al., Agents, Methods and Devices for Amelioration of Discharge of Hazardous Chemicals on Water, Rensselaer Polytechnic Institute for the U.S. Coast Guard, Washington, DC, CG-D-38-76. (August, 1975).

BDM Corporation, The AAR Hazardous Materials Data Base, Prepared for the Association of American Railroads, Parts I and II, McLean, VA. (May, 1981).

Bretherick, L., Handbook of Reactive Chemical Hazards, Second Edition, Butterworths, London, England. (1979).

Buchan, Lawton, Parent Ltd., A Survey of Self-Contained Breathing Apparatus and Totally-Encapsulated Chemical Protection Suits, Unedited version. Not dated.

Cairns, J., Scheier, A., "A Comparison of the Toxicity of Some Common Industrial Waste Components Tested Individually and Combined", Progr. Fish-Cult. Vol. 30, No. 1, pp. 3-8. (1968).

The Canadian Chemical Producers' Association, List of Members, Toronto, Ontario. (October, 1981).

* Canadian Transport Commission, Regulations for the Transportation of Dangerous Commodities by Rail, pubished by Supply and Services Canada, Ottawa, Ontario. (1974).

* Celanese Canada Inc., Material Safety Data Sheet, Montreal, Quebec. (1978).

Celanese Chemical Company, Inc., Product Bulletin, Dallas, TX. (1978).

Celanese Chemical Company, Inc., Material Safety Data Sheet, Dallas, TX. (November, 1979).

Corpus Information Services Ltd., "Acetic Acid", Chemical Product Profiles, Don Mills, Ontario. (August, 1981).

Dean, J.A. (ed.), Lange's Handbook of Chemistry, 12th Edition, McGraw-Hill Book Company, New York, NY. (1979).

* Department of Industry, Trade and Commerce, Canadian Chemical Register, Ottawa, Canada. (1978).

* Disponible en français

M.M. Dillon, Survey of Countermeasures Systems for Hazardous Material Spills, Environment Canada, Ottawa, Canada. (1982).

DOM-X, DOM-X Plastic Pipe Engineering Data, Toronto, Ontario. (1967).

Doull, J., Klaassen, C.D., Amdur, M.O., Casarett's and Doull's Toxicology - The Basic Science of Poisons, Second Edition, Collier Macmillan Canada Inc., Toronto, Ontario. (1980).

Dow Chemical Company, Dow Chemical Resistance Guide for Dow Plastic Lined Piping Products, Midland, MI. (1978).

Dow Chemical Company, Dow Plastic Lined Valves, Midland, MI. (1972).

Draft Technical Standards for Acetic Anhydride, Acetonitrile, Cresol and Dimethylaniline, U.S. National Institute for Occupational Safety and Health, Washington, DC, TS-D-76-0113-L1. (1976).

Gastec Precision Gas Detector System - Blue Book, p. 55. Not dated.

General American Transportation Corporation, Tank Car Manual, Chicago, IL. (May, 1979).

General Electric Company, Material Safety Data Sheets, Material Safety Information Services, Schenectady, NY. (May, 1980).

GF Plastic Systems Inc., GF Plastic Systems, Santa Ana, CA. Not dated.

Grayson, M., Eckroth, D. (ed.), Kirk-Othmer Encyclopedia of Chemical Technology, Third Edition, Vol. 1, John Wiley & Sons Inc., New York, NY. (1978).

GSR Fluid Handling, Thermoplastic Piping Systems, Sun Valley, CA. (1978).

Huibregtse, K.R., et al., Manual for the Control of Hazardous Material Spills - Volume One - Spill Assessment and Water Treatment Techniques, U.S. Environmental Protection Agency, National Environmental Research Center, Cincinnati, OH, EPA 600/2-77-227. (November, 1977).

Hydraulic Institute, Hydraulic Institute Standards, 12th Edition, New York, NY. (1969).

Jenkins Brothers, Jenkins Corrosion Resistant Stainless Steel Valves, New York, NY. (1979).

Jones, H.R., "Environmental Control in the Organic and Petrochemical Industries", Noyes Data Corp., NJ. (1971).

Leleu, M.J., "Les Réactions Chimiques Dangereuses-Acide Nitrique", Cahiers de Notes Documentaires, Note 806-68-72, Paris, France. (1972).

Lewis, R.J., Tatken, R.L., Registry of Toxic Effects of Chemical Substances, 1979, Vols. 1 and 2, National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH), Cincinnati, OH. (September, 1980).

Little, A.D. (ed.), Relationship between Organic Chemical Pollution of Fresh Water and Health, A.D. Little Inc., Cambridge, MA. (December, 1970).

Lowenheim, F.A., Moran, M.K., Faith, Keye's and Clark's Industrial Chemicals, Wiley-Interscience, New York, NY. (1975).

Manufacturing Chemists Association, "Acetic Anhydride", Washington, DC. (1962).

Mattson, V.R., Arthur, J.W., Walbridge, W.R., Acute Toxicity of Selected Organic Compounds to Fathead Minnows, U.S. Environmental Protection Agency, Duluth, MN, EPA 600/2-76-097. (1976).

McKee, J.E., Wolf, H.W., Water Quality Criteria, Second Edition, Resources Agency of California, State Water Quality Control Board. (1963).

Metry, A.A., The Handbook of Hazardous Waste Management, Technomic Publishing Company, Inc., Westport, CT. (1980).

National Association of Corrosion Engineers, Corrosion Data Survey, Houston, TX. (1967).

National Fire Protection Association, Fire Protection Guide on Hazardous Materials, Seventh Edition, Boston, MA. (1978).

National Institute for Occupational Safety and Health, Manual of Analytical Methods, Second Edition, Vol. 2, S. 29, Cincinnati, OH. (April, 1977).

North Atlantic Treaty Organization (NATO), Manual on Hazardous Substances in Special Wastes, Federal Environmental Agency, Waste Management Division, Berlin, West Germany. (October, 1976).

Oil and Hazardous Materials Technical Assistance Data System, U.S. Environmental Protection Agency, Oil and Special Materials Control Division, Office of Water Program Operations, Washington, DC. (1981).

Ontario Ministry of the Environment, "The Environmental Protection Act, Statutes of Ontario 1971", Chapter 86, as amended; and Regulation 15 (General) as amended. (1971).

Owen, T.C., Characterization of Organic Compounds by Chemical Methods, Marcel Dekker, Inc., New York, NY. (1969).

Pedley, J.B., Rylance, J., Sussex-N.P.L. Computer Analysed Thermochemical Data: Organic and Organometallic Compounds, University of Sussex, Sussex, Brighton, England. (1977).

Perry, R.H., Chilton, C.H. (ed.), Chemical Engineer's Handbook, Fifth Edition, McGraw-Hill Book Company, New York, NY. (1973).

Personal Communication, Celanese Canada, Mississauga, Ontario. (1 October 1982).

Pilie, R.J., et al., Methods to Treat, Control and Monitor Spilled Hazardous Materials, U.S. Environmental Protection Agency, National Environmental Research Center, Cincinnati, OH, EPA 670/2-75-042. (June, 1975).

Portman, J.E., The Toxicity of 120 Substances to Marine Organisms, Shellfish Information Leaflet, Fisheries Experimental Station, Conway, N. Wales; Ministry of Agriculture, Fisheries and Food. (September, 1970).

Price, K.S., Waggy, G.T., Conway, R.H., "Brine Shrimp Bioassay and Seawater BOD of Petrochemicals", J. Water Pollut. Control Fed., Vol. 46, No. 1. (January, 1974).

Rehau, Mechan-O-Joint Water Pressure Pipe and Fittings, Montreal, Quebec. (1978).

Rouse, H., Fluid Mechanics for Hydraulic Engineers, Dover Publications, Inc., New York, NY. (1961).

Saskatchewan Ministry of Labour, Occupational Health and General Regulations, Occupational Health and Safety Branch, Regina, Saskatchewan. (May, 1981).

Sax, N.I., Dangerous Properties of Industrial Materials Report, Vol. 1, No. 4, p. 79. (May/June, 1981).

Sax, N.I. (ed.), Dangerous Properties of Industrial Materials Report, Vol. 1, No. 6, pp. 20-22. (July/August, 1981).

Sax, N.I. (ed.), Dangerous Properties of Industrial Materials Report, Vol. 1, No. 3, pp. 23-25. (March/April, 1983).

Sax, N.I., Dangerous Properties of Industrial Materials, Fifth Edition, Van Nostrand Reinhold Company, New York, NY. (1979).

Schwope, A.D., Costas, P.P., Jackson, J.O., Weitzman, D.J., Guidelines for the Selection of Chemical Protective Clothing, Arthur D. Little, Inc., for U.S. Environmental Protection Agency, Washington, DC. (1983).

Southam Business Publications Ltd., "1981 Chemical Buyers' Guide", Canadian Chemical Processing, Vol. 64, No. 9, Don Mills, Ontario. (December, 1980).

Streeter, V.L., Fluid Mechanics, Fifth Edition, McGraw-Hill Book Company, New York, NY. (1971).

Supplement to Development Document: Hazardous Substances Regulations, Section 311 Federal Water Pollution Control Act, U.S. Environmental Protection Agency, Office of Water and Standards, Washington, DC, EPA 440/9-75-009. (November, 1975).

Toxicity Data Base, Toxicology Information On-Line, Available from National Library of Medicine, Washington, DC. (1981).

* Transport Canada, Transportation of Dangerous Goods Code, Vol. 1 (Lists), Vol. 2, Ottawa, Canada. (June, 1980).

Ullmanns Encyklopaedie der technischen Chemie, Verlag Chemie, Weinheim. (1975).

Uniroyal Inc., Guide to Polymer Properties, Mishawaka, IN. Not dated.

U.S. Department of Health and Human Services, National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH), U.S. Department of Labor, Occupational Safety and Health Administration (OSHA), Occupational Health Guidelines for Chemical Hazards, NIOSH Publication No. 81-123. (1981).

U.S. Department of Health and Human Services, First Annual Report on Carcinogens, National Toxicology Program, U.S. Public Health Service, Washington, DC. (1980).

* Disponible en français

U.S. Department of Health, Education and Welfare, Occupational Diseases. A Guide to Their Recognition, National Institute for Occupational Safety and Health, DHEW (NIOSH) No. 77-181. (1977).

U.S. Department of Health, Education and Welfare, Pocket Guide to Chemical Hazards, U.S. Department of Health, Education and Welfare, and U.S. Department of Labor, Washington, DC. (1978).

U.S. Department of Transportation, CHRIS Hazard Assessment Handbook, U.S. Coast Guard, Washington, DC, CG-446-3. (April, 1974).

U.S. Department of Transportation, Hazardous Materials, 1980 Emergency Response Guidebook, Research and Special Programs Administration, Materials Transportation Bureau, Washington, DC. (1980).

U.S. Department of Transportation, Coast Guard, Chemical Hazards Response Information System (CHRIS), Washington, DC. (1978).

Verschueren, K., Handbook of Environmental Data on Organic Chemicals, Van Nostrand Reinhold Company, New York, NY. (1984).

Water Quality Criteria Data Book - Vol. 3. Effects of Chemicals on Aquatic Life, U.S. Environmental Protection Agency, Washington, DC. (1972).

Water Quality Criteria Data Book - Vol. 5. Effects of Chemicals on Aquatic Life, U.S. Environmental Protection Agency, Washington, DC. (1973).

Weast, R.C. (ed.), CRC Handbook of Chemistry and Physics, 60th Edition, Chemical Rubber Publishing Company, Cleveland, OH. (1980).

Workers' Compensation Board of British Columbia, Industrial Health and Safety Regulations, Workers' Compensation Act, Vancouver, British Columbia. (July, 1980).